Niveau 4

Révision sur les tables

La raison des paliers par 3m

Conditions d'emploi des tables MN90

Utilisation des tables

- En altitude
- Avec de l'oxygène pur
- Avec des mélanges différents de l'air

Dominique STEINMETZ – Novembre 2012

Extrait de la table de Haldane de 1908

la raison des paliers par 3 m !

TABLE I.

Paliers à la remontée après un temps de plongée d'une durée « normale »

Temps approximatif jusqu'au premier palier				Paliers en minutes à différentes profondeurs*							Temps total de remontée
				60 pieds [~18 m]	50 pieds [~15 m]	40 pieds [~12 m]	30 pieds [~9 m]	20 pieds [~6 m]	10 pieds [~3 m]		
—				—	—	—	—	—	—		0-1
1				—	—	—	—	—	5		6
—				—	—	—	—	—	—		1 1/2
1 1/2				—	—	—	—	—	5		6 1/2
1 1/2				—	—	—	—	—	10		11 1/2
—				—	—	—	—	—	—		2
60-66	10-11	~18-20	26 1/2-29 1/2	1/4 à 1/2 heure	2	—	—	—	—	5	7
				1/2 à 1 heure	2	—	—	—	3	10	15
				1 à 2 heures	2	—	—	—	5	15	22
				2 à 3 heures	2	—	—	—	10	20	32
66-72	11-12	~20-22	29 1/2-32	Jusqu'à 1/4 heure	2	—	—	—	—	2	4
				1/4 à 1/2 heure	2	—	—	—	3	5	10
				1/2 à 1 heure	2	—	—	—	5	12	19
				1 à 2 heures	2	—	—	—	10	20	32
72-78	12-13	~22-24	32-34 1/2	Jusqu'à 20 min	2	—	—	—	—	5	7
				20 à 45 min	2	—	—	—	5	10	17
				3/4 à 1 1/2 heure	2	—	—	—	10	20	32
78-84	13-14	~24-26	34 1/2-37	Jusqu'à 20 min	2	—	—	—	—	5	7
				20 à 45 min	2	—	—	—	5	15	22
				3/4 à 1 1/4 heure	2	—	—	—	10	20	32
84-90	14-15	~26-27	37-40	Jusqu'à 10 min	2	—	—	—	—	3	5
				10 à 20 min	2	—	—	—	3	5	10
				20 à 40 min	2	—	—	—	5	15	22
				40 à 60 min	2	—	—	3	10	15	30

Niveau 3

Les tables

La raison des paliers par 3m

Conditions d'emploi des tables MN90

Utilisation des tables

En altitude

Avec de l'oxygène pur

Avec des mélanges différents de l'air

Dominique STEINMETZ – Novembre 2012

Conditions d’emploi des tables MN90

Plongée à l’air

Pression atmosphérique initiale:
1 bar = 1013 hPa = 760 mmHg = 1 ATA

Plongeur saturé à la Press. Atm initial (TN2 = 0.79)

Vitesse de remontée :
15-17 m/min (6 m/min entre paliers)

Profondeur maximale : 60 m

Niveau 3

Les tables

La raison des paliers par 3m

Conditions d'emploi des tables MN90

Utilisation des tables

En altitude

Avec de l'oxygène pur

Avec des mélanges différents de l'air

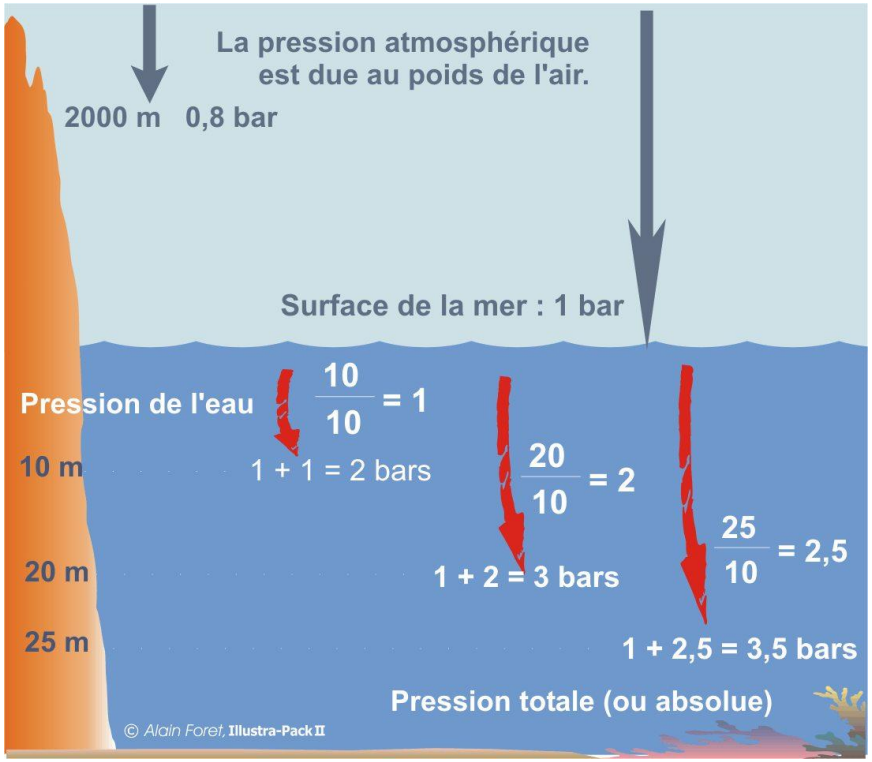
Dominique STEINMETZ – Novembre 2012

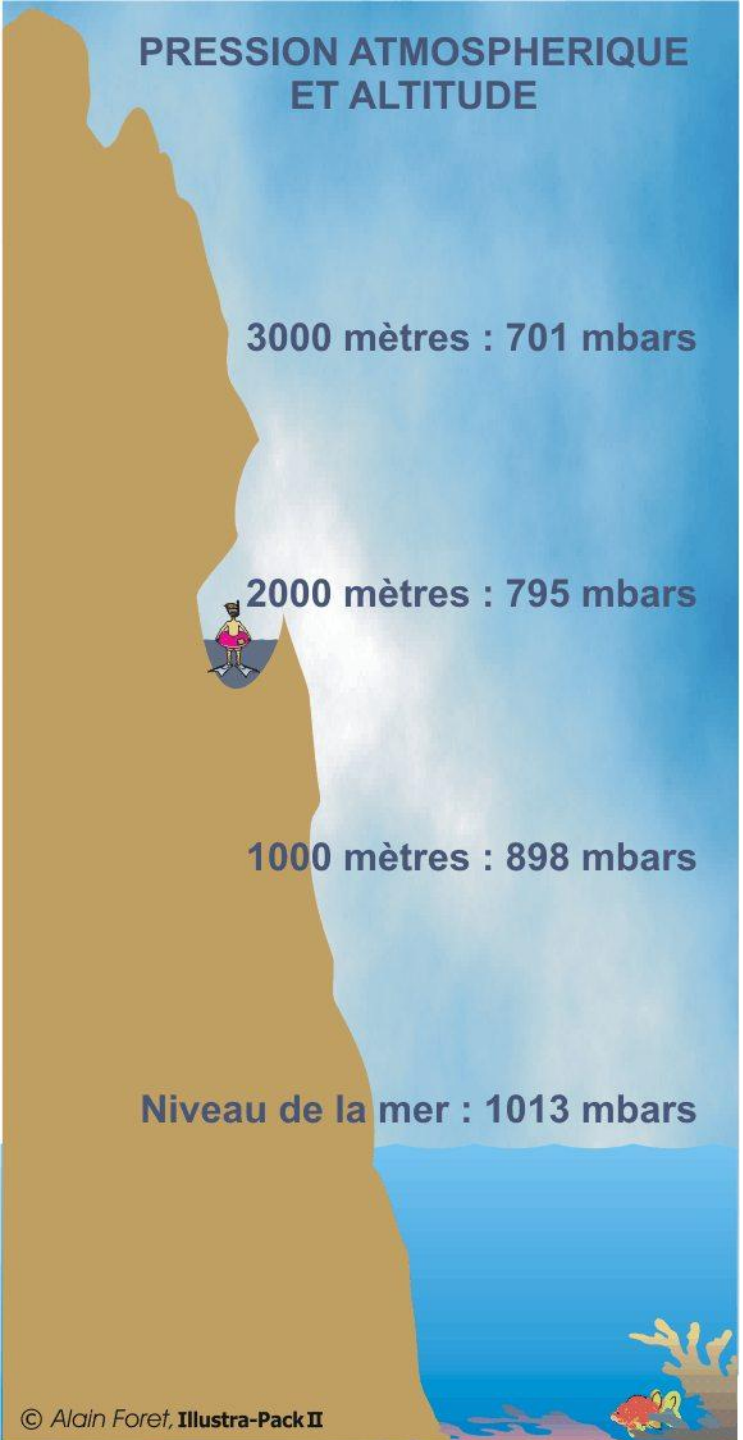
Pression Absolue = Pression atmosphérique + Pression hydrostatique

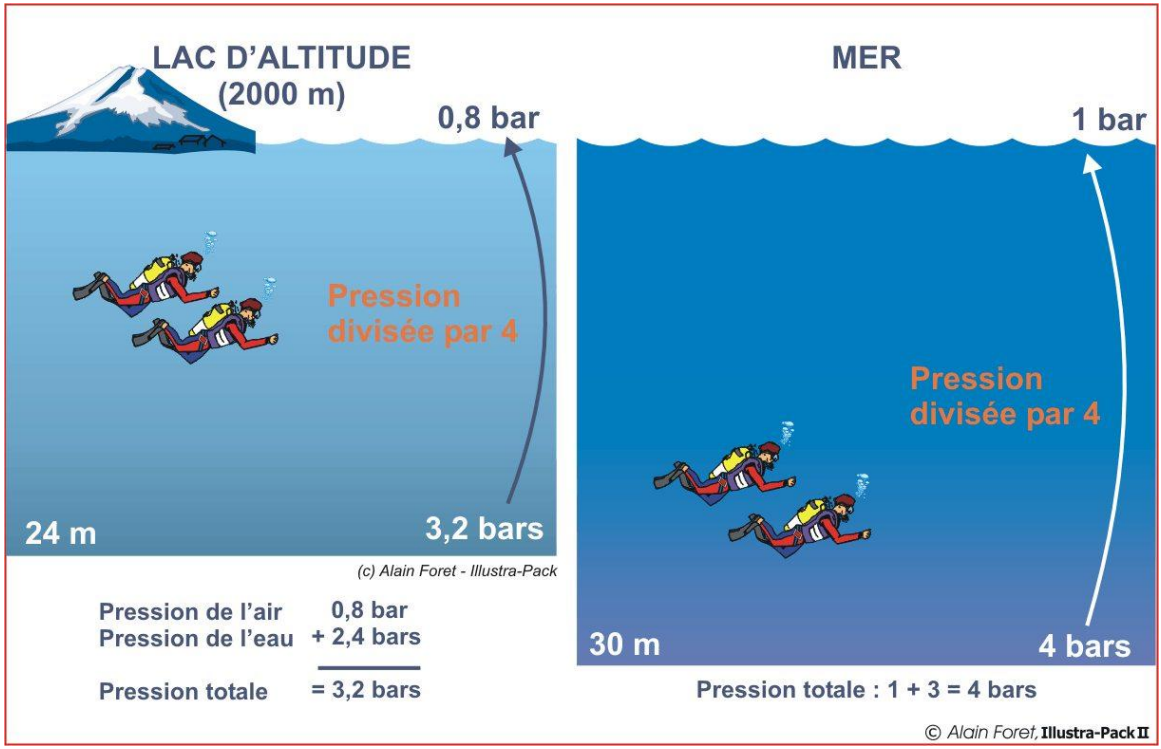
$$\text{Pression Absolue} = \text{Pression atmosphérique} + \frac{\text{Profondeur}}{10}$$

$$\text{Pression Absolue} - \text{Pression atmosphérique} = \frac{\text{Profondeur}}{10}$$

$$\text{Profondeur} = (\text{Pression Absolue} - \text{Pression atmosphérique}) \times 10$$


La pression atmosphérique est due au poids de l'air.
2000 m 0,8 bar
Surface de la mer : 1 bar
Pression de l'eau
10 m
20 m
25 m
10/10 = 1
1 + 1 = 2 bars
20/10 = 2
1 + 2 = 3 bars
25/10 = 2,5
1 + 2,5 = 3,5 bars
Pression totale (ou absolue)
© Alain Foret, Illustra-Pack II


PRESSION ATMOSPHERIQUE
ET ALTITUDE
3000 mètres : 701 mbars
2000 mètres : 795 mbars
1000 mètres : 898 mbars
Niveau de la mer : 1013 mbars
© Alain Foret, Illustra-Pack II


LAC D'ALTITUDE
(2000 m)
0,8 bar
Pression
divisée par 4
24 m
3,2 bars
(c) Alain Foret - Illustra-Pack
Pression de l'air 0,8 bar
Pression de l'eau + 2,4 bars
Pression totale = 3,2 bars
MER
1 bar
Pression
divisée par 4
30 m
4 bars
Pression totale : 1 + 3 = 4 bars
© Alain Foret, Illustra-Pack II

Au niveau de la mer $P_{absolue} = 1 + \frac{\text{Profondeur}}{10}$

À 2000m (montagne) $P_{absolue} = 0.8 + \frac{\text{Profondeur}}{10}$

Si P_{atm} < 1 bar, la Pression absolue varie plus en fonction de la profondeur car la part due à P hydro est plus élevé

Plus de variation ➔ Gradient d'azote plus élevé ➔ plus de palier

Pour entrer dans la MN90, il faut prendre en compte ce phénomène de variation plus rapide de la pression absolue par rapport à la profondeur

À retenir

- **Profondeur** *équivalente* **> Profondeur** *mesurée*
- **Vitesse de remontée < 15-17 m/min** (pour varier moins vite)
- **Palier plus près de la surface** (gradient plus élevé)

Profondeur, vitesse, palier quand la pression est exprimée en bar

À 2000m (montagne) soit 0.8 bar de Pression atmosphérique

$$Profondeur\ équivalente = \frac{\text{Profondeur réelle ou sonde}}{0.8\ bar}$$

$$Vitesse\ réelle = \text{Vitesse table} \times 0.8$$

$$Profondeur\ palier\ réelle = \text{Profondeur table} \times 0.8$$

Profondeur, vitesse, palier quand la pression n'est pas exprimée en bar

Pression atmosphérique mer = 1 bar = 1013 hPa = 760 mmHg

$$Prof.équivalente = \frac{\text{Profondeur réelle} \times \text{Pression atm mer}}{\text{Pression atmosphérique montagne}}$$

$$Vitesse\ réelle = \text{Vitesse table} \times \frac{\text{Pression atmosphérique montagne}}{\text{Pression atmosphérique mer}}$$

$$Prof.palier\ réelle = \text{Prof. table} \times \frac{\text{Pression atm. montagne}}{\text{Pression atm. mer}}$$

Durée de remontée (pression en bar)

Au niveau de la mer $durée = \frac{\text{Profondeur}}{17\ m/min}$

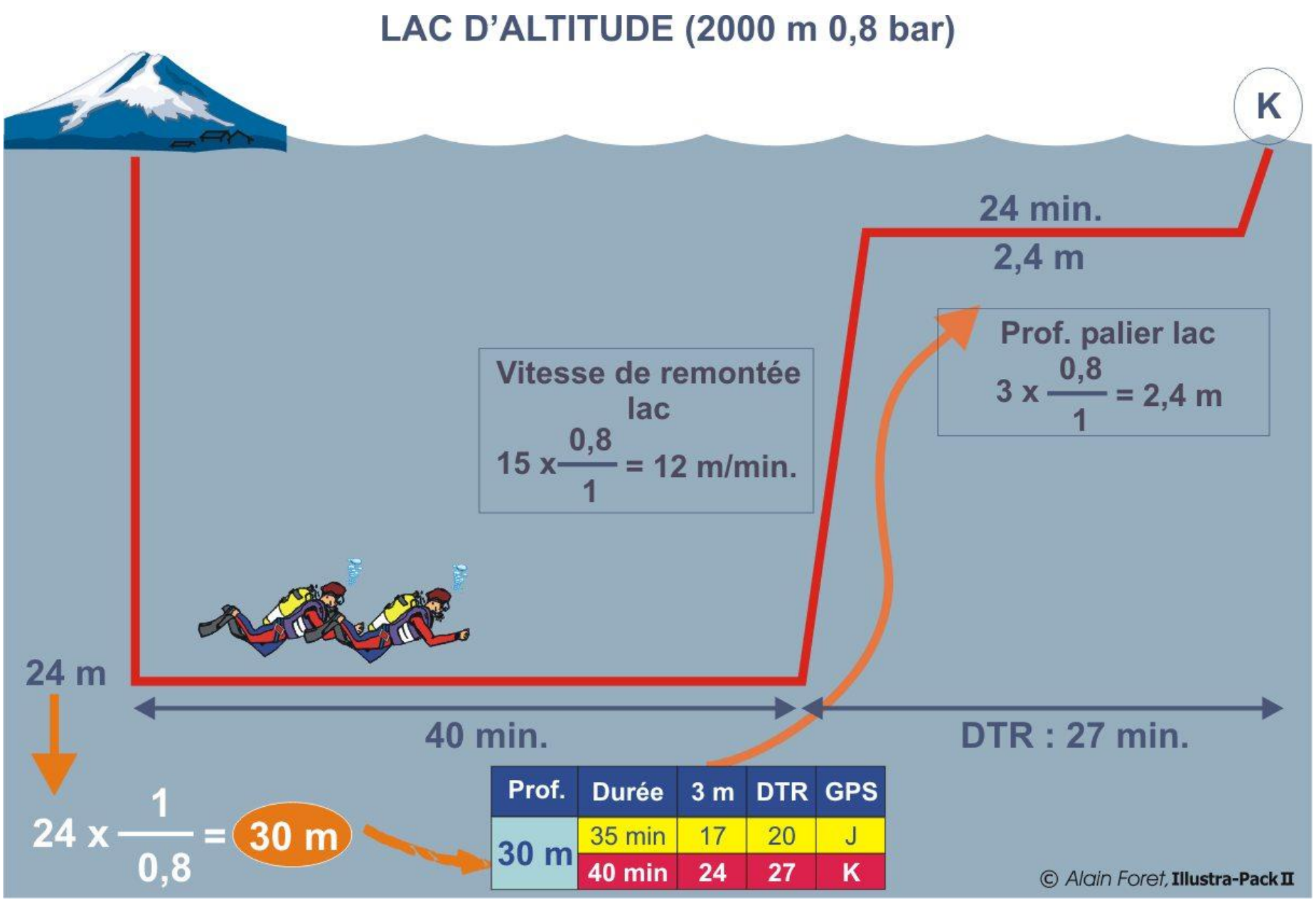
À 2000m (montagne) $durée = \frac{\text{Profondeur réelle}}{17\ m/\ \text{min} \times 0.8}$

À 2000m (montagne) $durée = \frac{\text{Profondeur équivalente x 0.8}}{17\ m/\ \text{min} \times 0.8}$

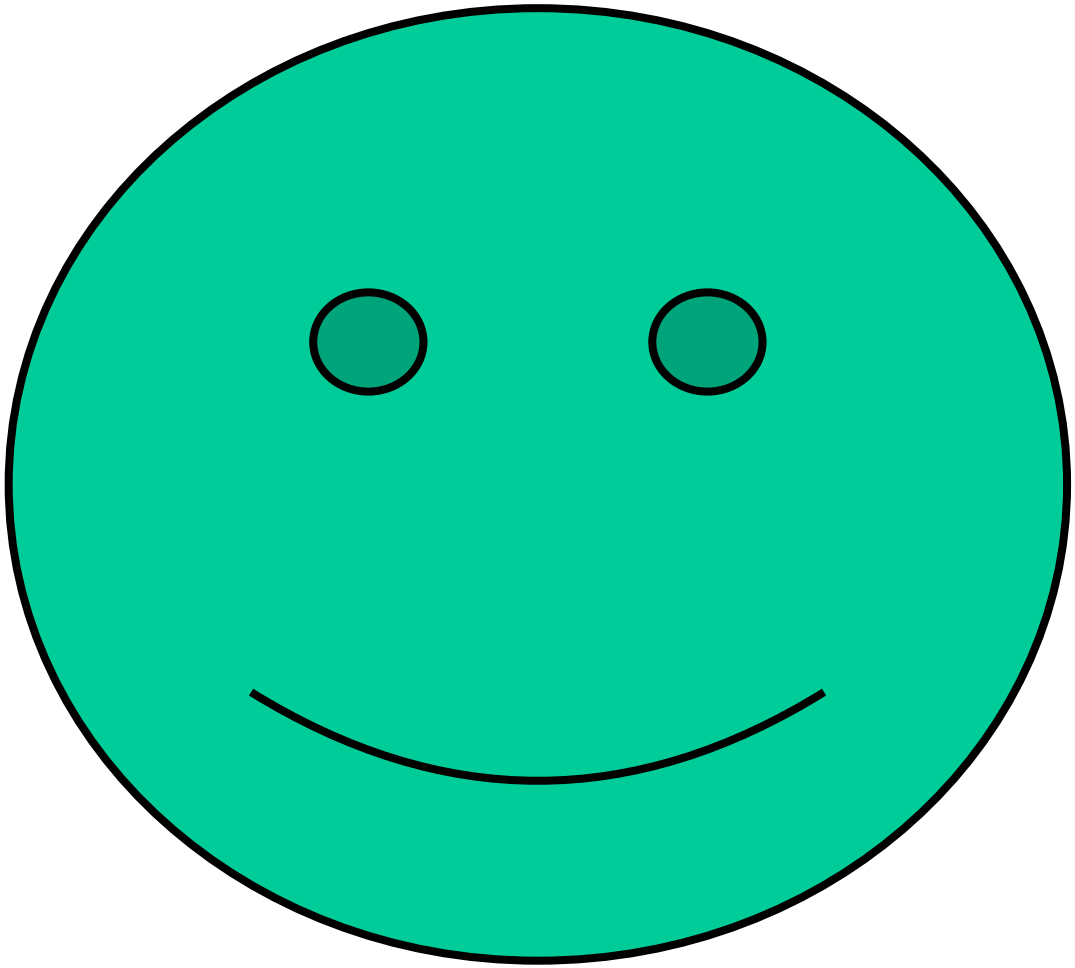
À 2000m (montagne) $durée = \frac{\text{Profondeur équivalente}}{17\ m/\ \text{min}}$

On peut lire la DTR directement dans la table MN90 à la ligne de la profondeur équivalente

Profondeur réelle 24 m, Durée de plongée : 40’ Durée et prof. réelle des paliers, DTR, GPS ?


LAC D’ALTITUDE (2000 m 0,8 bar)
K
24 min.
2,4 m
Vitesse de remontée lac
15 x 0,8/1 = 12 m/min.
Prof. palier lac
3 x 0,8/1 = 2,4 m
24 m
40 min.
DTR : 27 min.
24 x 1/0,8 = 30 m
Prof. Durée 3 m DTR GPS
30 m 35 min 17 20 J
40 min 24 27 K
© Alain Foret, Illustra-Pack II

Exercices



Pression atmosphérique à 0,8 bar. Profondeur sonde = 22 mètres.
Durée de la plongée = 28 minutes.
Quels seront les paliers et le GPS ?

Pression atmosphérique = 0,80 bar

Profondeur sonde = 22m

Prof. fictive = Prof. sonde / Press. atm = 22 m / 0,80 bar = 27,50m

Paramètres de la plongée :

Durée de la plongée = 28'

Profondeur fictive= 27,50m

	30 min		6	9	H
	35 min		12	15	I
	40 min		19	22	J
28 m	45 min		25	28	K

Paramètres tables :

Durée tables = 30' *Prof. tables = 28m*

Palier : 6' à 3m fictifs, soit 2,40 m réels

GPS = H

A 14h10, un plongeur s'immerge dans un lac au dessus duquel la pression atmosphérique est de 850 hPa (Patm-mer : 1000 hPa).
Il atteint 39 mètres sur son profondimètre digital.
Il remonte normalement à 14h30.
Paliers ? GPS ? DTR ?

Il décide de se réimmerger pour une plongée de nuit de 35 minutes qu'il effectuera à 20 mètres avec le même profondimètre, et veut limiter ses paliers à 10' au maximum.

Heure d'immersion au plus tôt ? GPS ? Heure de sortie ?

Prof.	Durée	6 m	3 m	DTR	GPS
25 m	5 min			2	B
	10 min			2	C
	15 min			2	D
	20 min			2	E
	25 min		1	3	F
	30 min		2	4	H
	35 min		5	7	I
	40 min		10	12	J

1ère plongée :
Pression atmosphérique = 850 hPa / 1000 hPa = 0,85 bar
Le profondimètre digital avec remise à zéro indique 39m.
La profondeur réelle est de 39m
Profondeur fictive = 39 m / 0,85 = 45,88m
Durée de la plongée = 14 h 30' - 14 h 10' = 20'

Paramètres de la plongée : Durée de la plongée = 20' Profondeur fictive= 45,88m
Paramètres tables : Durée tables = 20' Prof. tables = 48m
Paliers : 4' à 6m fictifs, 6m x 0,85 bar = 5,10m réels // 19' à 3m fictifs, 3m x 0,85 bar = 2,55m réels // GPS = J

La durée de la remontée est calculée à partir de la profondeur fictive.
Durée totale de remontée de 48m (prof. fictive) à la surface avec 2 paliers = 27 ‘
Heure de sortie : 14 h 57

Azote résiduel	12 m	15 m	18 m	20 m	22 m	25 m
0,82	4	3	2	2	2	2
0,84	7	6	5	4	4	3
0,86	11	9	7	7	6	5
0,89	17	13	11	10	9	8

2ème plongée :
Profondeur de la seconde plongée = 20m
Profondeur fictive = 20 m /0,85 = 23,53m

Tables : Profondeur = 23,53m 10' de paliers maximum
Durée maxi = 40 minutes
Majo <= 5’ à 23.53 TN2<=0.86 d’où intervalle 6h (20h57) trouvé dans le tableau I

Niveau 3

Les tables

La raison des paliers par 3m

Conditions d'emploi des tables MN90

Utilisation des tables

En altitude

Avec de l'oxygène pur

Avec des mélanges différents de l'air

Dominique STEINMETZ – Novembre 2012

O2 au palier

Il faut 5 minutes pour que l'oxygène commence à faire son effet

Paliers à l'oxygène pur

- Les paliers à 3 mètres et à 6 mètres peuvent être effectués en inhalant de l'O_2.
- La durée de chacun des paliers à l'oxygène pur est égale aux deux tiers de la durée du palier à l'air arrondie à la minute supérieure, et est au minimum de 5 minutes.

Cependant la durée de chacun des paliers à l'oxygène pur est égale à la durée du palier à l'air lorsque celui-ci a une durée de 1 à 5 minutes.

- Le fait d'effectuer des paliers à l'oxygène pur ne change pas le groupe de plongée successive de la plongée effectuée.

Mode d'emploi FFESSM établi par J-L Blanchard et F. Imbert
Juillet 2005

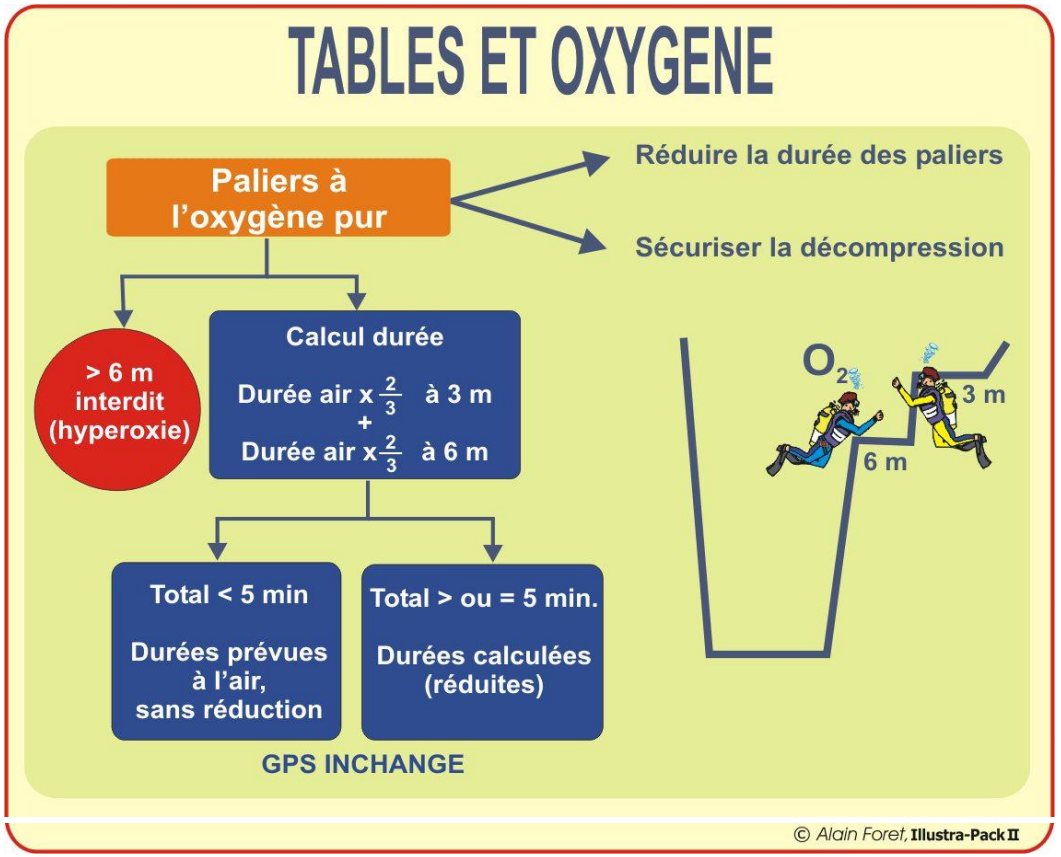
Paliers à l'oxygène pur

Les paliers de 6 m et 3 m peuvent être effectués en inhalant de l'oxygène. « Lorsqu'elle n'est pas utilisée dans le contexte d'un incident ou d'un accident de plongée, cette possibilité permet éventuellement de réduire la durée des paliers mais ne change pas le groupe de plongée successive de la plongée réalisée.

La durée de chacun des paliers est égale au deux-tiers de la durée du palier donnée par les tables MN90 arrondie à la minute supérieure. Cette réduction n'est appliquée que si la durée totale des paliers réduits à l'oxygène pur est supérieure ou égale à 5 minutes. Si cette durée totale est inférieure à 5 minutes les paliers sont effectués à l'oxygène pur sans réduction, c'est-à-dire pour les durées données par les tables MN90.

L'efficacité de la dénitrogénation avec l'inhalation d'oxygène pur n'est en effet vérifiée qu'à l'issue d'un délai minimum de 5 minutes ».
(IPA 1 V.A.2).

Mode d'emploi pour les livres Plongée plaisir
Établi par Alain FORET juin 2011



O2 au palier
comment appliquer la règle des 5 minutes ?

Règle Selon Alain FORET :

lorsque la **durée totale des paliers** réduit au 2/3 est inférieure à 5 minutes,
il faut faire les paliers selon la durée prévue à l'air
Sinon, on réduit chacun des paliers (à 3m et éventuellement à 6m à 2/3 de la durée)

Règle selon Jean-Louis BLANCHARD et Jean-Noël TRUCCO

La durée d'un palier à l'oxygène est égale aux deux tiers de la durée normale à l'air de ce palier indiquée dans la table, arrondie à la minute entière supérieure.
Cette règle s'applique lorsque le résultat de la formule donne une durée de palier à l'oxygène supérieure ou égale à 5 min (après arrondi).
Le palier qui après réduction donne une durée < 5 min doit être réalisé avec la durée réelle de la table. Il peut être réalisé à l'oxygène pur dans la pratique.

5 minutes : c'est le temps minimum pour que l'efficacité de l'inhalation d'oxygène pur produise son effet.

O2 au palier

règle de la marine nationale 17/12/1996 (CEPISMER)

Paliers avec inhalation d'oxygène : La durée de chacun des paliers à l'oxygène pur est égale aux deux tiers de la durée du palier donnée par les tables MN90 arrondie à la minute supérieure.

Cette réduction n'est appliquée que si la durée totale des paliers réduits à l'oxygène pur est supérieure ou égale à 5 minutes. Si cette durée est inférieure à 5 minutes, les paliers sont effectués à l'oxygène pur sans réduction, c'est à dire pour les durées données par les tables MN90.

L'efficacité de la dénitrogénation avec inhalation d'oxygène pur n'est en effet vérifiée qu'à l'issue d'un délai minimum de 5 minutes

---

CTN Info de janvier-février 1999 (Francis Imbert et Jean-Louis Blanchard) :

- La durée de chacun des paliers a l'oxygène pur est égale aux deux tiers de la durée du palier a l'air arrondie à la minute supérieure, et est au minimum de 5 minutes.
- Cependant la durée de chacun des paliers a l'oxygène pur est égale a la durée du palier à l'air lorsque celui-ci a une durée de 1 à 5 minutes.

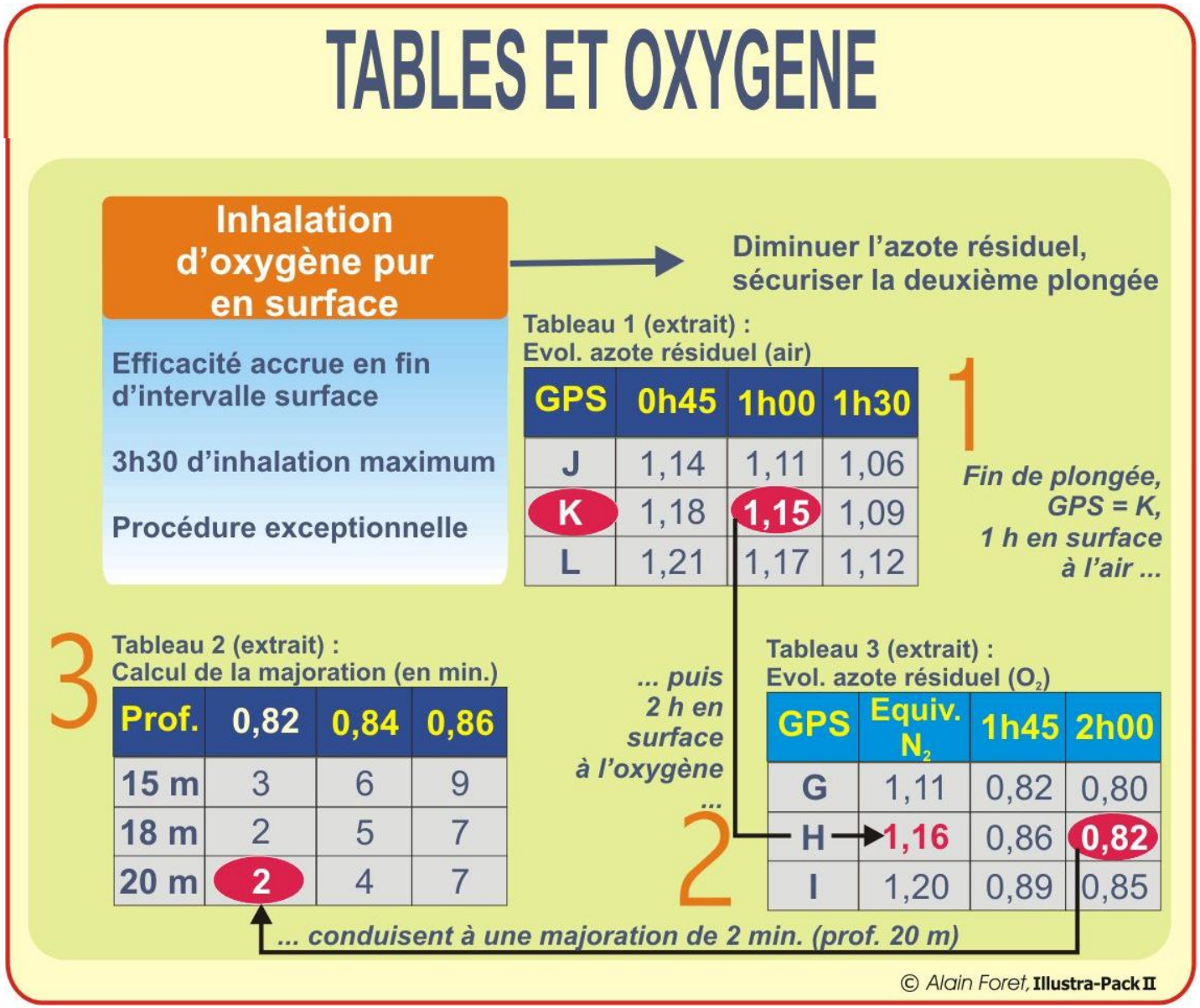
O2 au palier
conclusion : appliquer la règle des 5 minutes à chaque palier (6m & 3m)

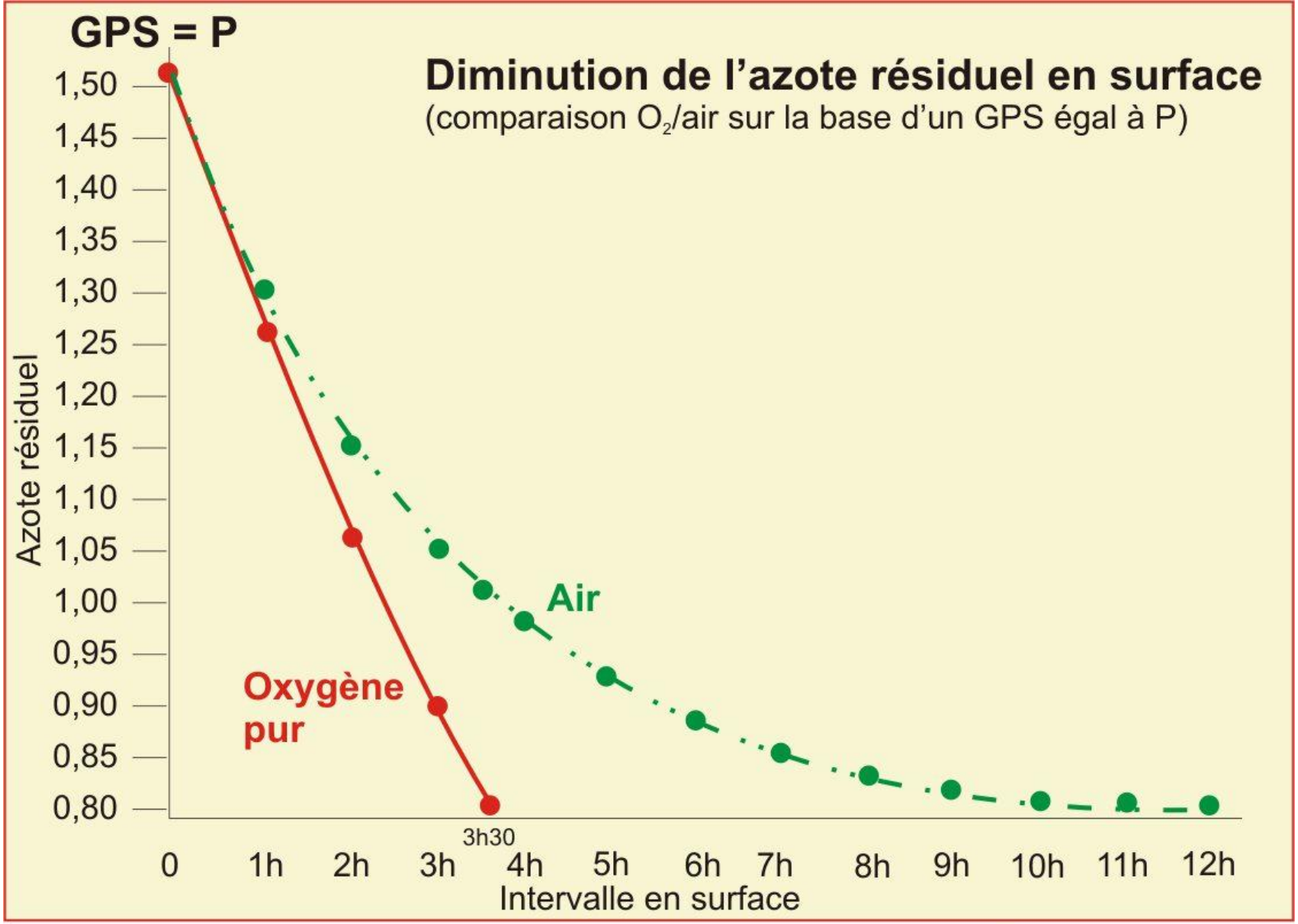
- FFESSM : la règle des 5 minutes s'applique à chaque palier à l'O2
- Marine Nationale & Alain Forêt : la règle des 5 minutes s'applique à la durée totale des paliers

Si on considère que l'O2 n'est efficace qu'au bout de 5 minutes, il est dangereux de quitter un palier à 6 mètres qui a été réduit à moins de 5 minutes par réduction au deux tiers car le plongeur n'aura pas bénéficié de la dénitrogénisation liée à l'O2 pur.

Il faut appliquer la règle FFESSM (notice bleue) pour l'examen N4 et il est prudent de l'appliquer dans les plongées réelles

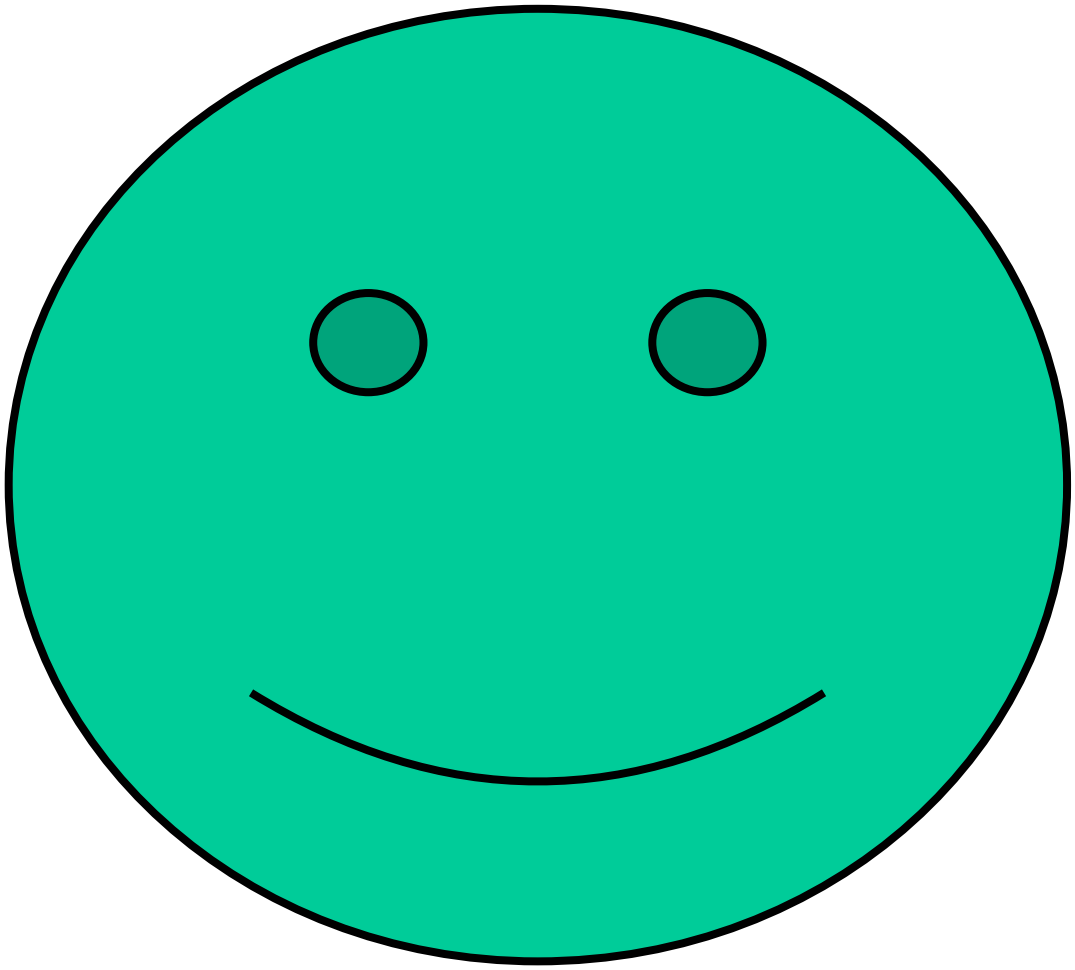
O2 entre les plongées


TABLES ET OXYGENE
Inhalation d'oxygène pur en surface
Efficacité accrue en fin d'intervalle surface
3h30 d'inhalation maximum
Procédure exceptionnelle
Diminuer l'azote résiduel, sécuriser la deuxième plongée
Tableau 1 (extrait) :
Evol. azote résiduel (air)
GPS 0h45 1h00 1h30
J 1,14 1,11 1,06
K 1,18 1,15 1,09
L 1,21 1,17 1,12
1
Fin de plongée, GPS = K, 1 h en surface à l'air ...
... puis 2 h en surface à l'oxygène ...
2
Tableau 3 (extrait) :
Evol. azote résiduel (O2)
GPS Equiv. N2 1h45 2h00
G 1,11 0,82 0,80
H 1,16 0,86 0,82
I 1,20 0,89 0,85
3
Tableau 2 (extrait) :
Calcul de la majoration (en min.)
Prof. 0,82 0,84 0,86
15 m 3 6 9
18 m 2 5 7
20 m 2 4 7
... conduisent à une majoration de 2 min. (prof. 20 m)
© Alain Foret, Illustra-Pack II



© Alain Foret, Illustra-Pack II

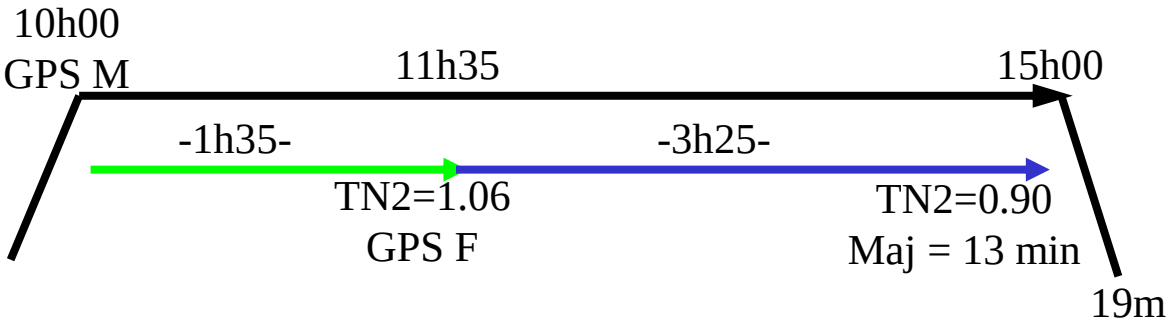
Les 2 courbes sont identiques au début : il est inutile de respirer de l'oxygène, la désaturation est identique à l'air !



O2 en surface
calculer la majoration

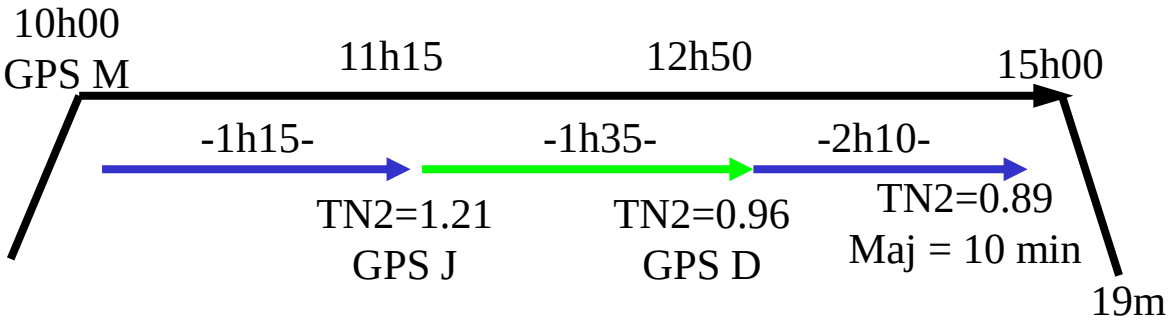
Un plongeur est sorti de l'eau à 10 h 00 avec un groupe de plongée successive M.

Il respire de l'oxygène pur de 10 h 00 à 11 h 35 (1h35)



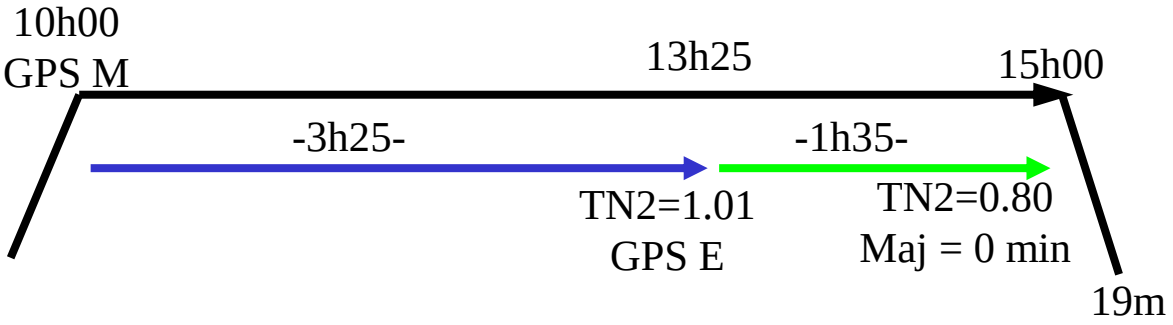
Un plongeur est sorti de l'eau à 10 h 00 avec un groupe de plongée successive M.

Il respire de l'oxygène pur de 11 h 15 à 12 h 50 (1h35)

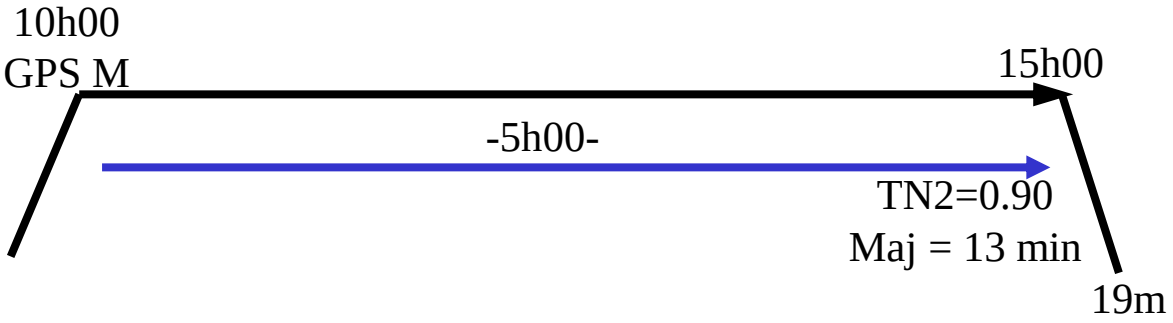


Un plongeur est sorti de l'eau à 10 h 00 avec un groupe de plongée successive M.

Il respire de l'oxygène pur de 13 h 25 à 15 h 00 (1h35).



Un plongeur est sorti de l'eau à 10 h 00 avec un groupe de plongée successive M.



Première plongée Heure sortie : 9 h 30 GPS : D
Inhalation d'O2 pur pendant 45 minutes, puis mise à l'eau immédiate.
Deuxième plongée Durée : 27 minutes Profondeur maxi : 36 m
Durée des paliers à l'O2 pour la 2ème plongée ?

GPS D, TN2 = 0.98

Après 45 min d'02, TN2 = 0.86
Majoration = 3 minutes

Durée de plongée fictive = 27 + 3 = 30'

Paliers à l'air : 3' à 6m & 24' à 3m

Paliers à l'O2 de la deuxième plongée : ***3' à 6 m et 16' à 3 m***

Niveau 3

Les tables

La raison des paliers par 3m

Conditions d'emploi des tables MN90

Utilisation des tables

- En altitude
- Avec de l'oxygène pur
- **Avec des mélanges différents de l'air**

Dominique STEINMETZ – Novembre 2012

Nitrox

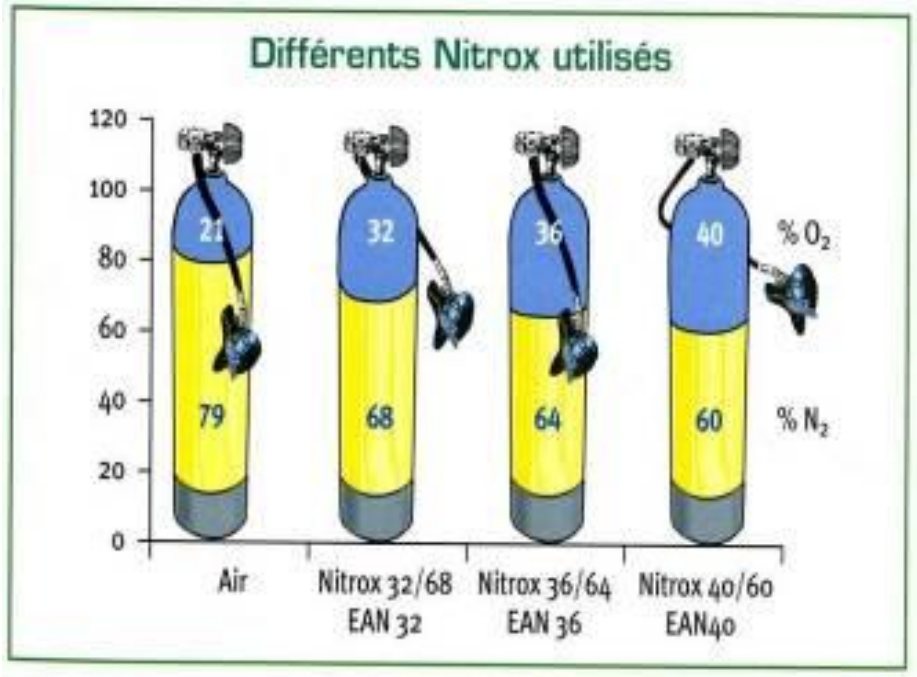
Nitrox vient de la contraction de **NITR**ogen (Azote en anglais) et **OX**ygen
On trouve parfois le terme : **EANx** (Enriched Air Nitrox).

C’est un mélange enrichi dont la composition diffère de l’air (21% O2 79% N2)

<u>Comment les noter :</u>

On inscrit d ’abord le % d ’oxygène suivi du % d ’azote.

Nitrox	**32 ou**	**Nitrox**	**32 / 68**
Nx	**36 ou**	**Nx**	**36 / 64**
N	**40 ou**	**N**	**40 / 60**
EANx	**36 ou**	**EANx**	**36 / 64**



Avantages / Inconvénients

Pour obtenir un Nitrox, nous avons deux solutions :

-**Ajouter de l'oxygène à l'air**

-**Enlever de l'azote de l'air**

Moins d'azote

Avantages	Inconvénients
Moins de paliers	
Accroissement de la courbe de sécurité augmenter le temps d'immersion sans palier	Coût de l'équipement de gonflage (si on utilise la méthode par suppression d'azote)
Diminution du risque d'accident de décompression (Safe Air)	
Accroissement de la marge de sécurité quand les plongées sont faites au Nitrox mais le calcul de désaturation à l'air	
Baisse de la fatigue due à la désaturation	
Diminution de l'effet narcotique	

Utilisation des tables de plongée Air

- Extrapolation des tables à l ’air en utilisant la Profondeur Air Équivalente
- MN90 sans modification du modèle
- Pas de prise en compte de la toxicité de l’oxygène
- Pas de modification de la durée des paliers « air »
- Pas de modification de la vitesse de remontée
- La DTR doit être lue dans le tableau 4

Calcul de profondeur air équivalente

Pour utiliser les tables air pour des calculs de décompression nitrox on procède comme suit :

1. **Connaître sa profondeur réelle maximale, en tirer la pression absolue**

$$\text{P Absolue} = \frac{\text{Profondeur}}{10} + 1$$

2. **Calculer la PpN2 lui correspondant en fonction du nitrox utilisé**

$$Pp\,N_2 = \%\,N_2 \times P_{\text{absolue}}$$

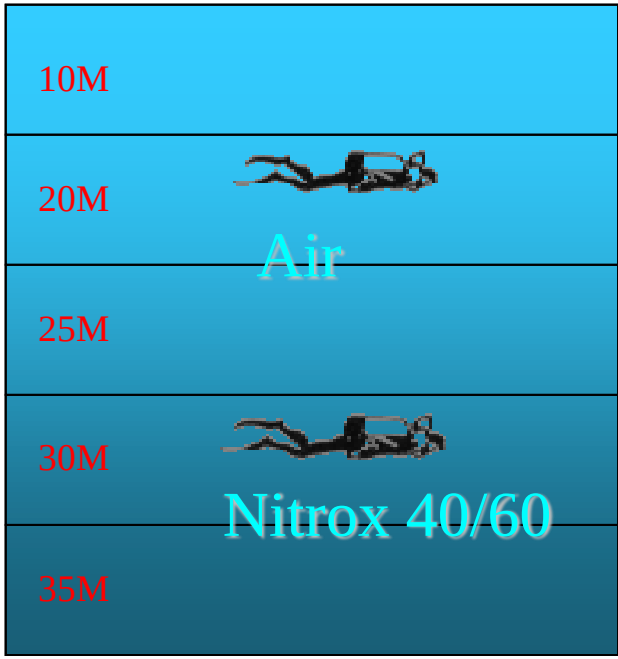
3. **Trouver la profondeur qui donnerait la même PpN2 si l'on plongeait à l'air**

$$\text{Pression AE} = \frac{Pp\,N_2}{0.79}$$

$$\text{Pression AE} \times 0.79 = \text{Pression Absolue} \times \%N_2 = PpN_2$$

$$\text{PAE} = (\text{Pression AE} - 1) \times 10 \text{ mètres}$$

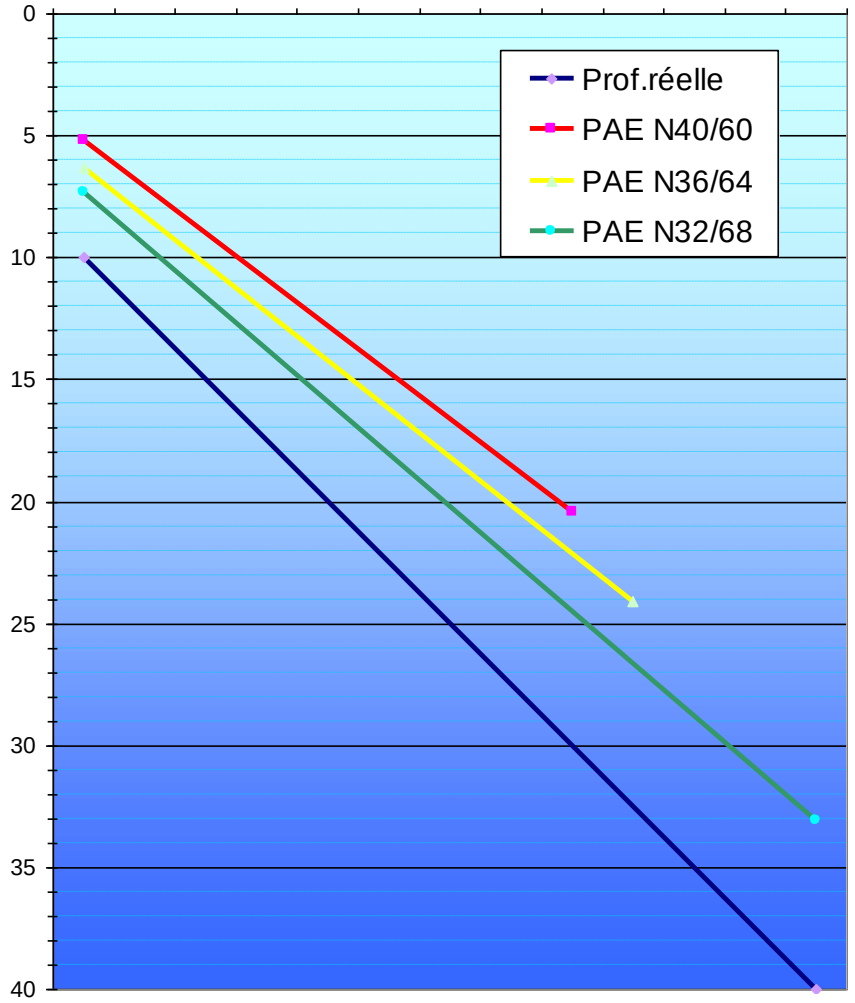
$$\text{PAE} = \frac{\%\,N_2}{0.79} \times \text{Pression Absolue} \times 10 - 10$$



1. **Lire sur les tables à l'air en utilisant cette PAE : les paliers et le GPS sont lus directement en croisant la PAE et le temps de plongée. Pour le temps de remontée, il faut prendre la profondeur réelle.**

Profondeur Air Equivalente

Prof. réelle	Prof. Air Équivalente		
	N 40/60	N 36/64	N 32/68
10 m	5.2	6.2	7.2
12 m	6.7	7.8	8.9
15 m	9.0	10.3	11.5
18 m	11.3	12.7	14.1
20 m	12.8	14.3	15.8
22 m	14.3	15.9	17.5
25 m	16.6	18.4	20.1
28 m	18.9	20.8	22.7
30 m	20.4	22.4	24.4
32 m		24.0	26.2
35 m			28.7
38 m			31.3
40 m			33.0



Calcul de profondeur air équivalente

$$\text{P Absolue} = \frac{\text{Profondeur}}{10} - 1$$

$$Pp\,N_2 = \%\,N_2 \times P_{\text{absolue}}$$

$$\text{Pression AE} = \frac{Pp\,N_2}{0.79}$$

$$PAE = (\text{Pression AE} - 1) \times 10 \text{ mètres}$$

Un plongeur utilise un nitrox 40. Il fait une plongée de 45 min à une profondeur de 25 mètres. Profondeur Air Équivalente ? Paliers ? Durée totale de la plongée ?

Calcul de sa PpN2 : PpN2 = 3.5 x 0.6 = **2.1 bars**

Calcul de la PAE:

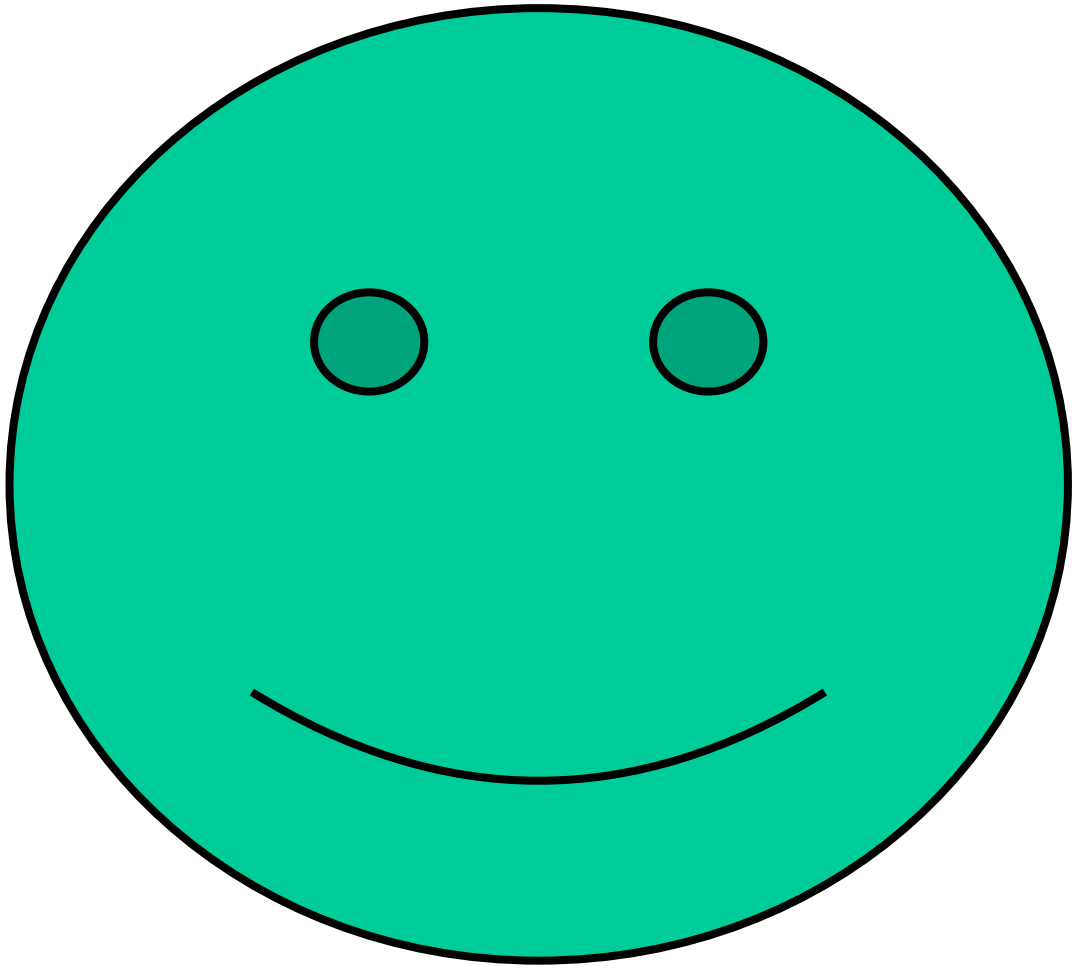
PrAE = 2.1 / 0.79 = 2.65 bars

PAE = (2.65 – 1) x 10 = **16.5 mètres**

Lecture dans les tables MN90 : profondeur 16.5 mètres, temps de plongée 45 min. Le plongeur n'a pas de palier. Sa DTR est de 2 min. Durée totale de la plongée : 47 min.

A l'air, il aurait eu 16 min de palier à 3 mètres, une DTR de 18 min. Durée totale de la plongée : 1 h 03.

Exercices



Vous plongez avec un N40 à une profondeur de 30 m durant 30’
Risquez vous une intoxication à l’O2 ? Paliers ? GPS ?

Mélange 40% O2 - 60% N2 Profondeur de la plongée = 30m
Le mélange est toxique lorsque la pression partielle d'O2 dépasse 1,6 bar.
Pression absolue à 30m = 3.0 bars + 1.0 bar = 4.0 bars
Pression partielle d'O2 = 4.0 bars x 40/100 = 1,6 bar

Pression absolue équivalente = 4.0 bar x 60% / 79% = 3.037 bars
Profondeur équivalente = 20.37 mètres

Paramètres tables : Durée 30' Profondeur 22m

Paliers : Pas de palier GPS = G

Utilisation d'un mélange Nitrox 32 (32 % O2 - 68 % N2).
Immersion durant 48 minutes à la prof. maximale autorisée.

Paliers, GPS ?

Mélange 32% O2 - 68% N2
Le mélange est toxique lorsque la pression partielle d'O2 dépasse 1,6 bar.
Pression absolue maxi = 1.6 / 0.32 = 5 bar soit **40 mètres maxi**

Pression absolue équivalente = 5.0 bar x 68% / 79% = 4.304 bars
Profondeur équivalente = 33.04 mètres

Paramètres tables : Durée 50' Profondeur 35m

Paliers : 14’ à 6m 43’ à 3m GPS = N

(à l’air : 2’ à 9m, 23’ à 6m, 48’ à 3m)

35m	5 min			3	C
	10 min			3	D
	15 min		2	5	F
	20 min		5	8	H
	25 min		11	14	I
	30 min	1	20	24	J
	35 min	2	27	32	K
	40 min	5	34	42	L
	45 min	9	39	51	M
	50 min	14	43	60	N

FIN

Merci pour votre attention

Tables de plongée FFESSM

Etablies à partir des tables MN 90 de la Marine Nationale

Tables et mode d'emploi pour livres officiels FFESSM

Plongée Plaisir Niveaux 2·3·4

FFESSM Commission Technique

Editions GAP

Références

- Tables de plongée à l'air-MN90, mode d'emploi, lettre 630 COMISMER du 17.12.96
- Les tables de plongée à l'air de la Marine Nationale : Historique-Etude Statistique-Propositions d'amélioration ; Procès-Verbal CEPISMER n°03/90. Jean-Louis MELIET.

La FFESSM impose l'utilisation des tables MN90 dans le cadre des épreuves théoriques des examens, de même que le Ministère de la Jeunesse et des Sports impose l'usage desdites tables dans les épreuves théoriques des spécifiques BEES1 ou BEES2. Plus précisément, il s'agit de l'utilisation des tables MN90 actualisées.
En ce qui concerne la pratique, rappelons qu'à l'origine l'usage des tables MN90 est réservé à la plongée autonome dans le cadre des missions de la marine nationale, pour des plongées ne nécessitant qu'un effort physique modéré.
De ce fait, il va de soi que dans le cadre de la plongée sportive ou de loisir, l'usage des tables MN90 fédérales est déconseillé pour toute activité sortant de son domaine d'utilisation, en particulier lorsqu'il s'agit d'effort physique important en immersion.

Descriptif

Les tables fédérales comprennent :

- ➜ Les tables proprement dites,
- ➜ Le tableau I : détermination de l'azote résiduel par respiration d'air pur en surface,
- ➜ Le tableau II : détermination de la majoration,
- ➜ Le tableau III : détermination de l'azote résiduel par inhalation d'oxygène pur en surface,
- ➜ Le tableau IV : durée de remontée, hors durée palier(s), plus temps inter palier(s).

Mode d'emploi

Etabli par Jean-Louis BLANCHARD & Francis IMBERT - *Document utilisable dans le cadre des examens FFESSM*

Généralités

- Deux plongées au maximum par 24 heures.
- Les tables indiquent, en fonction de la profondeur atteinte et du temps passé sous l'eau, la profondeur et la durée des paliers à effectuer au cours de la remontée.
- Vitesse de remontée du fond au premier palier : entre 15 et 17 mètres par minute.
- Entre paliers, la vitesse est de 6 mètres par minutes, soit 30 secondes pour passer d'un palier à l'autre. Cela est encore valable depuis le dernier palier jusqu'à la surface.
- La durée de la plongée se compte en minutes entières (toute fraction de minute commencée est considérée comme une minute entière écoulée) depuis l'instant où le plongeur quitte la surface en direction du fond jusqu'à l'instant où il quitte le fond pour remonter vers la surface, à la vitesse préconisée de 15 à 17 mètres par minute.
- La profondeur de la plongée est la profondeur maximale atteinte au cours de la plongée.
- Si la valeur de la durée de plongée ou celle de la profondeur de plongée ne sont pas dans la table, prendre la valeur lue immédiatement supérieure.
- L'interpolation des temps ou des profondeurs est interdite.

- La plongée au-delà de 60 mètres est interdite. Les tables données pour les profondeurs de 62 et 65 mètres sont des tables de secours à n'employer qu'en cas de dépassement accidentel.
  Dans ce cas il est interdit d'effectuer une nouvelle plongée pendant une durée de 12 heures.
  Intervalle entre deux plongées : temps entre la fin de la première plongée et le début de la seconde plongée.

Plongées consécutives

- Plongées en mode consécutif: deux plongées dont l'intervalle est strictement inférieur à 15 minutes.
- Si l'intervalle passé entre deux plongées est strictement inférieur à 15 minutes, on considère qu'il s'agit d'une seule et même plongée. On entre dans la table avec comme durée de plongée la somme des durées des deux plongées, et comme profondeur la profondeur maximale atteinte au cours des deux plongées.

Plongées successives

- Plongée isolée : toute plongée effectuée au minimum 12 heures après la précédente.
- Plongées successives : 2 plongées dont l'intervalle est compris entre 15 min et 12 heures.
- Le groupe auquel appartient la plongée effectuée est caractérisé par une lettre. Ce groupe permet de programmer les plongées successives et de calculer leur décompression.
- Majoration : temps qu'il faudrait passer à la profondeur de la 2e plongée pour avoir la même quantité d'azote dissous.
- Si la durée exacte de l'intervalle ne se trouve pas dans le tableau I, prendre la valeur immédiatement inférieure.
- Si la valeur de la tension d'azote résiduel ne se trouve pas dans la première colonne du tableau II, prendre la valeur immédiatement supérieure.
- Si la profondeur de la deuxième plongée ne se trouve pas dans le tableau II, prendre la profondeur immédiatement **supérieure**, car ce sera celle qui sera prise en compte pour la décompression.
- Si au cours de la plongée successive la profondeur maximale atteinte est supérieure à celle qui a été retenue pour le calcul de la majoration, le plongeur conserve la majoration calculée ; le calcul est effectué avec la durée fictive et la profondeur réellement atteinte.
- Si au cours de la plongée successive la profondeur maximale atteinte est inférieure à celle qui a été retenue pour le calcul de la majoration, le plongeur conserve la majoration calculée ; le calcul est effectué avec la durée fictive et la profondeur utilisée pour le calcul.

Remontée rapide
(plus de 15 à 17 m/min)

- Définition : remontée à une vitesse supérieure à 15 à 17 mètres par min. Les paliers ont été exécutés ou non.
- Ce qu'il faut faire (seulement dans le cas où la réimmersion est possible en moins de 3 min) :
  - ➜ replonger à la demi-profondeur (moitié de la profondeur prise en compte pour rentrer dans la table) ;
  - ➜ palier de 5 min à la demi-profondeur ;
  - ➜ durée de la plongée : du début de la plongée initiale à la fin du palier à la demi-profondeur ;
  - ➜ au minimum un palier de 2 min à 3 mètres.

  Attention, dans le cas d'une réimmersion après une plongée successive ou consécutive à l'air. La durée de plongée à considérer pour le calcul des paliers est la somme :
  - ➜ pour les plongées consécutives, de la durée de la première plongée et de la durée écoulée entre le début de la deuxième plongée et la fin du palier à la demi-profondeur ;
  - ➜ pour les plongées successives, de la majoration issue de la première plongée et de la durée écoulée entre le début de la deuxième plongée et la fin du palier de 5 min à la demi-profondeur.

- Dans le cas d'une plongée en mélange-suroxygéné et d'une remontée rapide, le palier de demi-profondeur est effectué à la moitié de la profondeur réelle maximale atteinte.

- La vitesse entre le palier de demi-profondeur et le premier palier de décompression est de 15 à 17 mètres par min.

Remontée rapide entre paliers
(plus de 6 m/min et au plus 15 à 17 m/min)

- Aucun protocole.

Remontée lente jusqu'au premier palier

- Définition : vitesse de remontée jusqu'à l'éventuel premier palier strictement inférieure à 15 à 17 mètres par min.
- Ce qu'il faut faire : majorer la durée de plongée de la durée de remontée jusqu'au premier palier.

Palier interrompu

- Définition : non-exécution ou mauvaise exécution d'un palier.
- Ce qu'il faut faire (seulement dans le cas où la réimmersion est possible en moins de 3 min) : replonger au palier interrompu et le refaire entièrement.

Plongée en altitude

- Pour utiliser la table fédérale en altitude, il suffit de connaître la pression barométrique H régnant à la surface du lieu où l'on plonge. On entre dans la table avec une profondeur fictive *P' : P' = P x 1013/H, où P* est la profondeur réellement atteinte (en mètres) et *H* la pression barométrique du lieu (en millibars ou hectopascals).
- Les paliers devront être effectués à la profondeur *P réelle : P = P' x H/1013, où P'* est la profondeur du palier donnée par la table fédérale.
- Durée de remontée : c'est celle de la profondeur fictive. Donc : vitesse de remontée plus lente qu'en mer, aussi bien pour rejoindre le premier palier que pour aller d'un palier à l'autre.
- Remontée rapide (c'est-à-dire dont la durée est strictement inférieure à celle prévue depuis la profondeur fictive) : procédure identique à celle du niveau de la mer, mais redescendre à la moitié de la **profondeur réelle**.
- Palier interrompu, remontée lente, plongée consécutive, plongée successive : même procédure que celle du niveau mer, mais toujours en effectuant les calculs avec les profondeurs fictives.

Utilisation exceptionnelle des tables fédérales

Inhalation d'O_2 entre deux plongées

- Le tableau III "diminution de l'azote résiduel par respiration d'oxygène pur en surface" donne la valeur de l'azote résiduel qu'il faut prendre en considération pour entrer dans le tableau II du calcul des plongées successives.

Cette valeur est déterminée en fonction :

➜ du groupe de plongée successive d'une première plongée (première colonne) ou de "l'équivalent azote résiduel" (deuxième colonne) déjà déterminé à l'aide du tableau I après un certain temps passé en surface à respirer de l'air ;

➜ de la durée pendant laquelle le plongeur respire de l'oxygène pur.

- Lorsque le temps réellement passé à respirer de l'oxygène pur en surface ne figure pas dans le tableau, prendre la valeur immédiatement inférieure.
- La deuxième colonne du tableau III donne l'équivalence numérique entre la valeur de l'azote résiduel et les groupes de plongée successive.

(suite page 8)

Tables FFESSM de plongée à l'air

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
6m	15 min		1	A
	30 min		1	B
	45 min		1	C
	1 h 15		1	D
	1 h 45		1	E
	2 h 15		1	F
	3 h 00		1	G
	4 h 00		1	H
	5 h 15		1	I
	6 h 00		1	J
8m	15 min		1	B
	30 min		1	C
	45 min		1	D
	60 min		1	E
	1 h 30		1	F
	1 h 45		1	G
	2 h 15		1	H
	2 h 45		1	I
	3 h 15		1	J
	4 h 15		1	K
	5 h 00		1	L
	6 h 00		1	M
10m	15 min		1	B
	30 min		1	C
	45 min		1	D
	60 min		1	F
	1 h 15		1	G
	1 h 45		1	H
	2 h 00		1	I
	2 h 15		1	J
	2 h 45		1	K
	3 h 00		1	L
	4 h 00		1	M
	4 h 15		1	N
	5 h 15		1	O
	5 h 30		1	P
	6 h 00	1	2	P
12m	5 min		1	A
	10 min		1	B
	15 min		1	B
	20 min		1	C
	25 min		1	C
	30 min		1	D
	35 min		1	D
	40 min		1	E
	45 min		1	E
	50 min		1	F
	55 min		1	F
	60 min		1	G
	1 h 05		1	G
	1 h 10		1	H
	1 h 15		1	H

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
12m	1 h 20		1	H
	1 h 25		1	I
	1 h 30		1	I
	1 h 35		1	J
	1 h 40		1	J
	1 h 45		1	J
	1 h 50		1	K
	1 h 55		1	K
	2 h 00		1	K
	2 h 10		1	L
	2 h 15		1	L
	2 h 20	2	4	L
	2 h 30	4	6	M
	2 h 40	6	8	M
	2 h 50	7	9	N
	3 h 00	9	11	N
	3 h 10	11	13	N
	3 h 20	13	15	O
	3 h 30	14	16	O
	3 h 40	15	17	O
	3 h 50	16	18	O
	4 h 00	17	19	O
	4 h 10	18	20	P
	4 h 15	19	21	P
	4 h 30	22	24	P
15m	5 min		1	A
	10 min		1	B
	15 min		1	C
	20 min		1	C
	25 min		1	D
	30 min		1	E
	35 min		1	E
	40 min		1	F
	45 min		1	G
	50 min		1	G
	55 min		1	H
	60 min		1	H
	1 h 05		1	I
	1 h 10		1	I
	1 h 15		1	J
	1 h 20	2	4	J
	1 h 25	4	6	K
	1 h 30	6	8	K
	1 h 35	8	10	L
	1 h 40	11	13	L
	1 h 45	13	15	L
	1 h 50	15	17	M
	1 h 55	17	19	M
	2 h 00	18	20	M
18m	5 min		2	B
	10 min		2	B
	15 min		2	C
	20 min		2	D
	25 min		2	E
	30 min		2	F

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
18m	35 min		2	F
	40 min		2	G
	45 min		2	H
	50 min		2	H
	55 min	1	3	I
	60 min	5	7	J
	1 h 05	8	10	J
	1 h 10	11	13	K
	1 h 15	14	16	K
	1 h 20	17	19	L
	1 h 25	21	23	L
	1 h 30	23	25	M
	1 h 35	26	28	M
	1 h 40	28	30	M
	1 h 45	31	33	N
	1 h 50	34	36	N
	1 h 55	36	38	N
	2 h 00	38	40	O
20m	5 min		2	B
	10 min		2	B
	15 min		2	D
	20 min		2	D
	25 min		2	E
	30 min		2	F
	35 min		2	G
	40 min		2	H
	45 min	1	3	I
	50 min	4	6	I
	55 min	9	11	J
	60 min	13	15	K
	1 h 05	16	18	K
	1 h 10	20	22	L
	1 h 15	24	26	L
	1 h 20	27	29	M
	1 h 25	30	32	M
	1 h 30	34	36	M
22m	5 min		2	B
	10 min		2	C
	15 min		2	D
	20 min		2	E
	25 min		2	F
	30 min		2	G
	35 min		2	H
	40 min	2	4	I
	45 min	7	9	I
	50 min	12	14	J
	55 min	16	18	K
	60 min	20	22	K
	1 h 05	25	27	L
	1 h 10	29	31	L
	1 h 15	33	35	M
	1 h 20	37	39	M
	1 h 25	41	43	N
	1 h 30	44	46	N

Prof.	Durée	6 m	3 m	DTR	GPS
25m	5 min			2	B
	10 min			2	C
	15 min			2	D
	20 min			2	E
	25 min		1	3	F
	30 min		2	4	H
	35 min		5	7	I
	40 min		10	12	J
	45 min		16	18	J
	50 min		21	23	K
	55 min		27	29	L
	60 min		32	34	L
	1 h 05		37	39	M
	1 h 10	1	41	45	M
	1 h 15	4	43	50	N
	1 h 20	7	45	55	N
	1 h 25	9	48	60	O
	1 h 30	11	50	64	O
28m	5 min			2	B
	10 min			2	D
	15 min			2	E
	20 min		1	4	F
	25 min		2	5	G
	30 min		6	9	H
	35 min		12	15	I
	40 min		19	22	J
	45 min		25	28	K
	50 min		32	35	L
	55 min	2	36	41	M
	60 min	4	40	47	M
	1 h 05	8	43	54	N
	1 h 10	11	46	60	N
	1 h 15	14	48	65	O
	1 h 20	17	50	70	O
	1 h 25	20	53	76	O
	1 h 30	23	56	82	P
30m	5 min			2	B
	10 min			2	D
	15 min		1	4	E
	20 min		2	5	F
	25 min		4	7	H
	30 min		9	12	I
	35 min		17	20	J
	40 min		24	27	K
	45 min	1	31	35	L
	50 min	3	36	42	M
	55 min	6	39	48	M
	60 min	10	43	56	N
	1 h 05	14	46	63	N
	1 h 10	17	48	68	O
32m	5 min			3	B
	10 min			3	D
	15 min		1	4	E

Tables FFESSM de plongée à l'air

Prof.	Durée	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS
32m	20 min			3	6	G
	25 min			6	9	H
	30 min			14	17	I
	35 min			22	25	K
	40 min		1	29	33	K
	45 min		4	34	41	L
	50 min		7	39	49	M
	55 min		11	43	57	N
	60 min		15	46	64	N
	1 h 05		19	48	70	O
	1 h 10		23	50	76	O
35m	5 min				3	C
	10 min				3	D
	15 min			2	5	F
	20 min			5	8	H
	25 min			11	14	I
	30 min		1	20	24	J
	35 min		2	27	32	K
	40 min		5	34	42	L
	45 min		9	39	51	M
	50 min		14	43	60	N
	55 min		18	47	68	N
	60 min		22	50	75	O
	1 h 05	2	26	52	84	*
	1 h 10	4	28	57	93	*
38m	5 min				3	C
	10 min			1	4	E
	15 min			4	7	F
	20 min			8	11	H
	25 min		1	16	21	J
	30 min		3	24	31	K
	35 min		5	33	42	L
	40 min		10	38	52	M
	45 min		15	43	62	N
	50 min		20	47	71	N
	55 min	2	23	50	79	O
	60 min	5	27	53	89	P
	1 h 05	8	29	58	99	*
	1 h 10	11	31	62	108	*
40m	5 min				3	C
	10 min			2	5	E
	15 min			4	7	G
	20 min		1	9	14	H
	25 min		2	19	25	J
	30 min		4	28	36	K
	35 min		8	35	47	L
	40 min		13	40	57	M
	45 min	1	18	45	68	N
	50 min	2	23	48	77	O
	55 min	5	26	52	87	O
	60 min	8	29	57	98	P
	1 h 05	12	31	61	108	*
	1 h 10	15	33	66	118	*

Prof.	Durée	12 m	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS
42m	5 min					3	C
	10 min				2	6	E
	15 min				5	9	G
	20 min			1	12	17	I
	25 min			3	22	29	J
	30 min			6	31	41	L
	35 min			11	37	52	M
	40 min		1	16	43	64	N
	45 min		3	21	47	75	*
	50 min		6	24	50	84	*
	55 min		8	29	55	96	*
	60 min		13	30	60	107	*
45m	5 min					3	C
	10 min				3	7	F
	15 min			1	6	11	H
	20 min			3	15	22	I
	25 min			5	25	34	K
	30 min			9	35	48	L
	35 min		1	15	40	60	M
	40 min		3	20	46	73	N
	45 min		6	24	50	84	*
	50 min		10	28	54	96	*
	55 min		14	30	60	108	*
	60 min	1	18	32	65	121	*
48m	5 min					4	D
	10 min				4	8	F
	15 min			2	7	13	H
	20 min			4	19	27	J
	25 min			7	30	41	K
	30 min		1	12	37	55	M
	35 min		3	18	44	70	N
	40 min		6	23	48	82	O
	45 min		10	27	53	95	*
	50 min	1	14	30	59	109	*
	55 min	2	18	32	64	121	*
	60 min	5	19	36	70	135	*
50m	5 min				1	5	D
	10 min				4	8	F
	15 min			2	9	15	H
	20 min			4	22	30	J
	25 min		1	8	32	46	L
	30 min		2	14	39	60	M
	35 min		5	20	45	75	N
	40 min		9	24	50	88	O
	45 min	1	12	29	55	102	*
	50 min	2	17	30	62	116	*
	55 min	5	19	34	67	130	*
52m	5 min				1	5	D
	10 min			1	4	10	F
	15 min			3	10	18	I
	20 min		1	5	23	34	K
	25 min		2	9	34	50	L

Prof.	Durée	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS
52m	30 min			4	15	41	65	M
	35 min			6	22	47	80	O
	40 min		1	10	26	52	94	O
	45 min		2	15	29	59	110	*
	50 min		5	17	32	64	123	*
	55 min		8	19	36	71	139	*
55m	5 min					1	5	D
	10 min				1	5	11	G
	15 min				4	13	22	I
	20 min			1	6	27	39	K
	25 min			3	11	37	56	M
	30 min			6	18	44	73	N
	35 min		1	9	23	50	88	O
	40 min		3	12	29	55	104	P
	45 min		5	17	31	62	120	*
	50 min		8	19	35	69	136	*
	55 min		12	22	37	76	152	*
58m	5 min					2	7	D
	10 min				2	5	12	G
	15 min			1	4	16	26	J
	20 min			2	7	30	44	K
	25 min			4	13	40	62	M
	30 min		1	7	21	46	81	N
	35 min		2	11	26	52	97	O
	40 min		5	15	30	59	115	P
	45 min		8	18	33	66	131	*
	50 min	1	11	21	37	74	150	*
	55 min	3	14	23	39	83	168	*
60m	5 min					2	7	D
	10 min				2	6	13	G
	15 min			1	4	19	29	J
	20 min			3	8	32	48	L
	25 min			5	15	41	66	M
	30 min		1	8	22	48	85	O
	35 min		4	11	28	54	103	P
	40 min		6	17	30	62	121	P
	45 min	1	9	19	35	69	139	*
	50 min	2	13	22	37	78	158	*
	55 min	5	15	24	40	88	178	*
62m	5 min					2	7	*
	10 min				2	7	14	*
	15 min			1	5	21	33	*
65m	5 min					3	8	*
	10 min				3	8	16	*
	15 min			2	5	24	37	*

Tableau I : Evolution de l'azote résiduel entre deux plongées

Intervalles de surface

Groupe de plongée successive	15 min	30 min	45 min	1 h	1 h 30	2 h	2 h 30	3 h	3 h 30	4 h	4 h 30	5 h	5 h 30	6 h	6 h 30	7 h	7 h 30	8 h	8 h 30	9 h	9 h 30	10 h	10 h 30	11 h	11 h 30	12 h
A	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81												
B	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81								
C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81						
D	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81				
E	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81			
F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
K	1,25	1,21	1,18	1,15	1,09	1,04	1,01	0,97	0,95	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
L	1,29	1,25	1,21	1,17	1,12	1,07	1,02	0,99	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
M	1,33	1,29	1,25	1,21	1,14	1,09	1,04	1,01	0,97	0,94	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
N	1,37	1,32	1,28	1,24	1,17	1,11	1,06	1,02	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
O	1,41	1,36	1,32	1,27	1,20	1,13	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
P	1,45	1,40	1,35	1,30	1,22	1,15	1,10	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81

Tableau II : Détermination de la majoration en minutes

Profondeur de la deuxième plongée

Azote résiduel	12 m	15 m	18 m	20 m	22 m	25 m	28 m	30 m	32 m	35 m	38 m	40 m	42 m	45 m	48 m	50 m	52 m	55 m	58 m	60 m
0,82	4	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,84	7	6	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
0,86	11	9	7	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
0,89	17	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3
0,92	23	18	15	13	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	5	5	4
0,95	29	23	19	17	15	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5
0,99	38	30	24	22	20	17	15	14	13	12	11	11	10	9	9	8	8	8	7	7
1,03	47	37	30	27	24	21	19	17	16	15	14	13	12	11	11	10	10	9	9	9
1,07	57	44	36	32	29	25	22	21	19	18	16	15	15	13	13	12	12	11	10	10
1,11	68	52	42	37	34	29	26	24	22	20	19	18	17	16	15	14	13	13	12	12
1,16	81	62	50	44	40	34	30	28	26	24	22	21	20	18	17	16	16	15	14	13
1,20	93	70	56	50	45	39	34	32	29	27	24	23	22	20	19	18	18	17	16	15
1,24	106	79	63	56	50	43	38	35	33	30	27	26	24	23	21	20	19	18	17	17
1,29	124	91	72	63	56	49	43	40	37	33	30	29	27	25	24	23	22	20	19	19
1,33	139	101	79	70	62	53	47	43	40	36	33	31	30	28	26	25	24	22	21	20
1,38	160	114	89	78	69	59	52	48	44	40	37	35	33	30	28	27	26	24	23	22
1,42	180	126	97	85	75	64	56	52	48	43	39	37	35	33	30	29	28	26	25	24
1,45	196	135	104	90	80	68	59	55	51	46	42	39	37	34	32	31	29	28	26	25

Tableau III : Diminution de l'azote résiduel par inhalation d'oxygène pur en surface

Groupe de plongée successive	Equivalent Azote résiduel	Durée de l'inhalation d'oxygène													
		15 min	30 min	45 min	1 h	1 h 15	1 h 30	1 h 45	2 h	2 h 15	2 h 30	2 h 45	3 h	3 h 15	3 h 30
A	0,84	0,80													
B	0,89	0,85	0,82	0,79											
C	0,93	0,89	0,85	0,82	0,79										
D	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80									
E	1,02	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80								
F	1,07	1,02	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80							
G	1,11	1,06	1,02	0,97	0,93	0,90	0,86	0,82	0,80						
H	1,16	1,11	1,06	1,02	0,97	0,93	0,89	0,86	0,82	0,80					
I	1,20	1,15	1,10	1,05	1,01	0,97	0,93	0,89	0,85	0,81	0,80				
J	1,24	1,19	1,14	1,09	1,04	1,00	0,96	0,92	0,89	0,86	0,81	0,79			
K	1,29	1,24	1,18	1,13	1,08	1,04	0,99	0,95	0,91	0,87	0,84	0,80			
L	1,33	1,27	1,22	1,17	1,12	1,07	1,03	0,99	0,94	0,91	0,86	0,83	0,79		
M	1,38	1,32	1,27	1,21	1,16	1,11	1,06	1,02	0,98	0,93	0,89	0,86	0,82	0,79	
N	1,42	1,36	1,30	1,25	1,19	1,14	1,09	1,05	1,00	0,96	0,92	0,88	0,84	0,81	0,79
O	1,47	1,41	1,35	1,29	1,24	1,19	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,91	0,88	0,84	0,80
P	1,51	1,45	1,38	1,33	1,27	1,22	1,16	1,11	1,07	1,02	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82

Tableau IV : Durée de remontée jusqu'au premier palier plus temps interpaliers, en minutes

Profondeur du premier palier	Profondeur de remontée																							
	6 m	8 m	10 m	12 m	15 m	18 m	20 m	22 m	25 m	28 m	30 m	32 m	35 m	38 m	40 m	42 m	45 m	48 m	50 m	52 m	55 m	58 m	60 m	62 m	65 m
sans palier	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5
3 m	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
6 m	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
9 m			2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6
12 m				2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6
15 m					3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6

Paliers à l'oxygène pur

- Les paliers à 3 mètres et à 6 mètres peuvent être effectués en inhalant de l'O_2.
- La durée de chacun des paliers à l'oxygène pur est égale aux deux tiers de la durée du palier à l'air arrondie à la minute supérieure, et est au minimum de 5 minutes.

Cependant la durée de chacun des paliers à l'oxygène pur est égale à la durée du palier à l'air lorsque celui-ci a une durée de 1 à 5 minutes.

- Le fait d'effectuer des paliers à l'oxygène pur ne change pas le groupe de plongée successive de la plongée effectuée.

Plongée au mélange enrichi à l'oxygène pur

Il existe des tables spécifiques pour la plongée au nitrox. Toutefois dans le cadre d'une utilisation exceptionnelle, ou pour des exercices théoriques de calculs avec tables, on peut retenir les règles suivantes :

- Pour utiliser la table fédérale en mer à la profondeur réelle *P* avec un mélange nitrox à *x* % d'azote, on rentre dans la table avec une profondeur équivalente *PE* telle que :

$$PE = (P + 10) \times \frac{x}{0{,}79} - 10$$

- La profondeur maximum permise en mer est celle correspondant à une pression partielle d'oxygène pur de 1,6 bar.
- La durée et la profondeur des paliers en mer suite à une plongée au nitrox sont exactement ceux de la plongée à l'air réalisée à la profondeur équivalente.
- La durée maximum d'une plongée au nitrox est de 2 heures.
- Toutes les autres règles d'utilisation des tables fédérales sont maintenues dans le cadre des plongées au nitrox.

Convention pour le calcul de la durée totale de remontée (épreuves théoriques) :

➜ Vitesse de remontée jusqu'au palier égale à 15 mètres par minute.

➜ Vitesse de remontée entre paliers ou du dernier palier à la surface égale à 6 mètres par minutes.

➜ Durée totale de remontée **à arrondir à l'entier immédiatement supérieur.**

➜ La colonne de durée totale de remontée donne directement la valeur cherchée sauf dans les cas où le début de remontée ne correspond pas à la profondeur maximum prise en compte pour le calcul de la décompression ; ces cas particuliers sont entre autres :

- une consécutive dont la 2e immersion est moins profonde que la première, avec palier(s) ;
- une remontée depuis le palier de demi-profondeur ;
- une fin d'exploration où la décision de remonter se prend à une profondeur différente de la profondeur maximum.

Dans ces cas-là il y a deux procédures équivalentes de calcul :

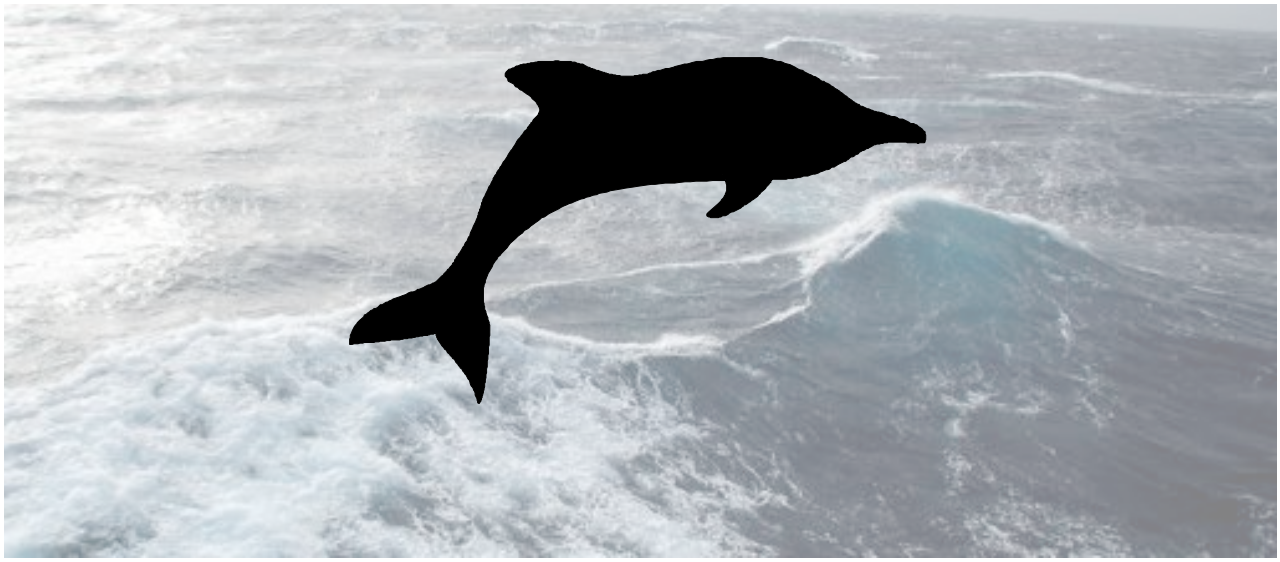
Procédure A : utiliser le tableau IV

Procédure B :

1. Calculer le nombre de mètres depuis le début de remontée jusqu'à l'éventuel premier palier. Cela fournit une distance *d*.
2. Calculer la durée de cette remontée par : durée (en minutes) = $\frac{d}{15}$
3. Ajouter la durée des éventuels paliers ainsi que les durées de passage d'un palier à l'autre.
4. Arrondir la somme obtenue à l'entier immédiatement supérieur.

Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous-Marins *Juillet 2005*
24, quai de Rive Neuve - 13284 MARSEILLE Cedex 07
Tél. 04 91 33 99 31 - Fax 04 91 54 77 43 - **www.ffessm.fr**

Editions GAP - 13 rue Lamartine - 73490 LA RAVOIRE (Chambéry)
Tél. 04 79 33 02 70 - Fax 04 79 71 35 34 - **www.gap-editions.fr** - gap@gap-editions.fr



MZ PLONGEE LA NEUVEVILLE

PLONGER EN ALTITUDE

COURS CONFORME AUX STANDARDS DE FORMATION

CMAS.CH **CMAS** **SDI**

© SEPTEMBRE 2007 MAURO ZÜRCHER

LE COURS SPECIAL PLONGER EN ALTITUDE

Voici une spécialité qu'il n'est pas possible d'exercer partout dans le monde.

Le but de ce cours est de renseigner le plongeur sur les particularités de ce type de plongée afin de lui permettre de la pratiquer en toute sécurité.

Merci à Pascal Zahnd et à Jean-Pierre Pélissier pour leur collaboration à la réalisation de ce document.

Ce manuel a été conçu comme le support du cours théorique pour l'enseignement de la spécialité « Plonger en altitude » de l'école de plongée MZPLONGEE à La Neuveville.

Ce support a été téléchargé sur le site www.mzplongee.ch et peut être librement utilisé à condition qu'aucune modification ne lui soit apportée.

Mauro Zürcher

TABLE DES MATIERES

OBJECTIFS DU COURS PLONGEE EN ALTITUDE 6
PROGRAMME THÉORIQUE 6
PROGRAMME PRATIQUE 6
POURQUOI LA PLONGÉE EN ALTITUDE EST-ELLE PARTICULIÈRE ? 7
L'ADAPTATION DES TISSUS EN ALTITUDE 8
DISSOLUTION DE L'AZOTE LORS DE PLONGÉES EN ALTITUDE 8
INFLUENCE DE L'ALTITUDE SUR LA DÉCOMPRESSION 9
TABLES DE PLONGÉE EN ALTITUDE OU CALCULATEUR 10
L'UTILISATION DES TABLES DE PLONGEE EN ALTITUDE 10
LE PASSAGE « TABLE PLAINE/ TABLE ALTITUDE ». 10
PLONGEE SIMPLE EN ALTITUDE 11
PLONGÉE SUCCESSIVE EN ALTITUDE 11
PASSAGE D'UN COL APRÈS LA PLONGÉE 11
PLONGER AU NITROX EN ALTITUDE 12
TABLE BÜHLMANN 13
LA CONSOMMATION D'AIR EN ALTITUDE 17
MESURER LA PROFONDEUR 19
PROFONDIMÈTRE À TUBE CAPILLAIRE 19
LE PROFONDIMÈTRE CAPILLAIRE EN ALTITUDE 19
PROFONDIMÈTRE À MEMBRANE 20
PROFONDIMÈTRE À TUBE DE BOURDON 20
PRINCIPE DU TUBE DE BOURDON 20
PROFONDIMÈTRES À MEMBRANE ET TUBE DE BOURDON EN ALTITUDE 21
PROFONDIMÈTRES ÉLECTRONIQUES ET CALCULATEUR 21
AUTRES PARTICULARITÉS 22
LE FROID, L'HYPOTHERMIE DU PLONGEUR. 22
LE VENT ET LE FROID 22
LE GIVRAGE DU DÉTENDEUR. 24
SIGNE « MON DÉTENDEUR EST EN DÉBIT CONTINU » 24
LE MILIEU 25
L'ÉTAGE NIVAL 25
L'ÉTAGE ALPIN 25
L'ETAGE SUB ALPIN 26
L'ETAGE MONTAGNARD 27
FAUNE ET FLORE SOUS-MARINE EN ALTITUDE 28
FRAGILITÉ DU MILIEU 28
RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT 28
DE 1'500 JUSQU'À 3'000 MÈTRES 29
DE 1'000 JUSQU'À 1'500 MÈTRES 29
DE 500 JUSQU'À 1'000 MÈTRES 29

JUSQU'À 500 MÈTRES 29
POUR EN SAVOIR PLUS SUR LA FAUNE ET LA FLORE D'EAU DOUCE 29
LA PRÉPARATION D'UN SÉJOUR EN ALTITUDE 30
L'ORGANISATION D'UNE PLONGÉE EN ALTITUDE 32
LA PRÉPARATION DE LA PLONGÉE. 32
DÉTENDEUR 32
FROID 32
AVANT DE PARTIR 32
LA PLONGÉE 33
CHECK LISTE 34
POUR SÉJOURNER EN MONTAGNE, PERSONNELLEMENT OU POUR LE GROUPE. 34
POUR LA PLONGÉE EN ALTITUDE 34
LES AUTRES BREVETS DE PLONGEUR 36
LES COURS DU P*** 37
TECHNICAL DIVING 38
LES AGENCES DE CERTIFICATION 39
ÉVALUATION DU COURS 41

PLONGER EN ALTITUDE

Après le brevet **P* CMAS.CH** ou le brevet **SDI Open Water Scuba Diver** le plongeur doit se perfectionner. Cependant un cours comme celui-ci est souvent enseigné à des plongeurs de haut niveau voire des moniteurs.
Il ne fait pas partie des cours de base que suit automatiquement le plongeur et seul les personnes intéressées par cette spécialité prendront part à ces plongées spécifiques.

Le cours spécial PLONGER EN ALTITUDE enseigne les connaissances, théoriques et pratiques de base, nécessaires à la formation de tout plongeur qui veut pouvoir garantir à son binôme et pour lui même une sécurité optimale dans le cadre de la plongée en altitude.

POUR S'INSCRIRE AU COURS IL FAUT :

Brevet de plongeur P* CMAS.CH ou SDI Open Scuba Water Diver.

20 plongées depuis le premier niveau.

Age minimum : 14 ans révolus. Pour les mineurs, la signature d'une personne détenant l'autorité parentale est nécessaire.

Attestation médicale d'aptitude à la plongée selon les conditions générales.

APRES CE COURS :

Le plongeur dispose des connaissances nécessaires pour pouvoir pratiquer la plongée en altitude et compte comme cours spécial pour la certification SDI Advanced Scuba Diver.

OBJECTIFS DU COURS PLONGEE EN ALTITUDE

Au terme de sa formation le plongeur saura :

- Reconnaître les particularités de la plongée en altitude.
- Utiliser les tables de plongées en altitude.
- Adapter son matériel à ce type de plongée.

- Citer les risques de la plongée en altitude.

- Respecter le milieu naturel particulier en altitude

- Appliquer les mesures à prendre pour organiser une plongée en altitude

PROGRAMME THÉORIQUE

- La saturation en altitude.
- L'utilisation des tables altitude.
- L'adaptation du matériel du plongeur.
- Les risques du milieu.
- Plans d'eau artificiels ou naturels, les rivages, les pierriers, les glaciers ainsi que les prises d'eau et les barrages.
- Les connaissances et respect de l'environnement en altitude.
- Les préparatifs et l'organisation d'une plongée.

PROGRAMME PRATIQUE

Organisation d'une plongée altitude

- Prendre des renseignements sur le site.
- Evaluer les possibilités de communications et les accès.
- Organiser les secours.

Sur place

- Evaluations pratiques des risques du milieu.
- Déterminer les paramètres de plongée.
- Utiliser des tables en plongée altitude.

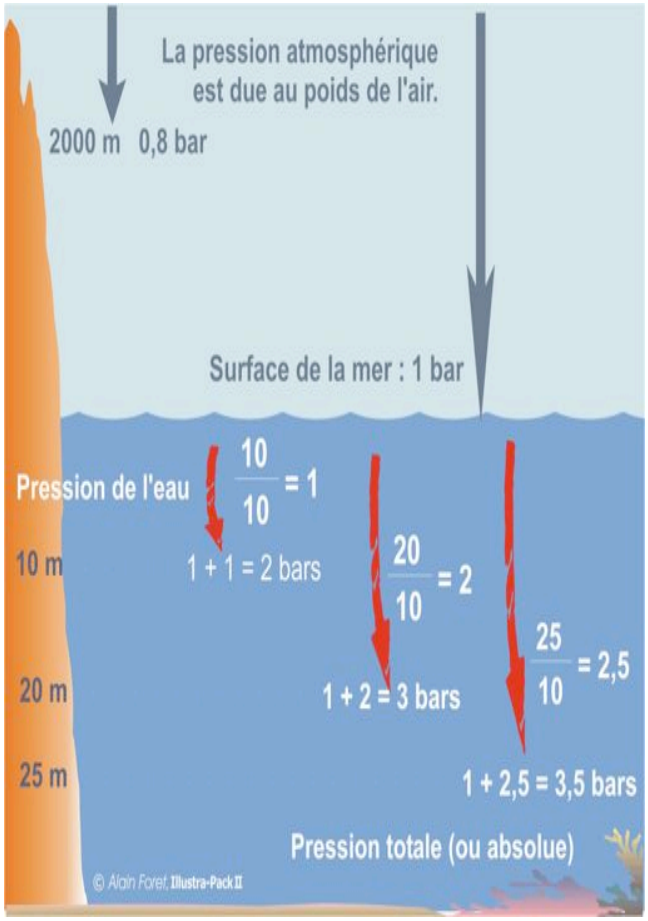
Deux plongées (2) au minimum.

POURQUOI LA PLONGÉE EN ALTITUDE EST-ELLE PARTICULIÈRE ?

Nous savons que la pression atmosphérique diminue avec l'altitude. En effet, plus le plongeur monte plus la couche d'air au dessus de lui devient faible donc plus le poids de cet air devient faible…

Exemple : comparaison des rapports de pression entre 0m. et 5'000m, à -10m de fond :

	0m	5'000m.
P. atm.	1b	0,5b
P. hydro	1b	1b
PA	2b	1.5b
Rapport	2/1	1.5/0.5
	2	3


La pression atmosphérique est due au poids de l'air.
2000 m 0,8 bar
Surface de la mer : 1 bar
Pression de l'eau
10/10 = 1
1 + 1 = 2 bars
10 m
20/10 = 2
1 + 2 = 3 bars
20 m
25/10 = 2,5
1 + 2,5 = 3,5 bars
25 m
Pression totale (ou absolue)
© Alain Foret, Illustra-Pack II

Ainsi, même si la pression absolue est plus faible (on sature moins) le rapport entre la pression absolu et la pression atmosphérique est plus important en altitude, ce qui modifie le concept de saturation – désaturation et d'autres choses encore…

L'ADAPTATION DES TISSUS EN ALTITUDE

Lors de la montée en altitude, la diminution de la pression atmosphérique entraîne un état de sursaturation dans les tissus. Suivant le temps de montée et la durée du séjour en altitude les tissus se désaturent plus au moins rapidement selon leur période. Bien que la désaturation totale dure 2½ jours, on admet qu'après 12 heures, les tissus qui font autorité en matière de plongée sportive (périodes rapides et moyennes) sont adaptés à la pression partielle d'azote de l'altitude concernée. En réalité, le temps d'adaptation correspond au temps de désaturation d'une plongée. Le simple fait de monter en altitude entraîne pour l'organisme les mêmes conséquences physiologiques qu'une plongée. C'est la raison pour laquelle le calcul du temps d'adaptation est le même que celui du temps de désaturation.

Pour l'utilisateur des tables Bühlmann, il n'est pas nécessaire, lors du passage d'une altitude donnée à une altitude supérieure, d'attendre une désaturation complète à la nouvelle pression ambiante, pour éviter une influence sur la plongée qui va suivre.

Les calculateurs de plongées les plus modernes affichent le temps d'adaptation nécessaire et tiennent compte, dans leur calcul de la désaturation, d'un organisme en partie adapté.

DISSOLUTION DE L'AZOTE LORS DE PLONGÉES EN ALTITUDE

La tension initiale d'azote dissous (p N_2 (t0)) d'un tissu est plus basse avant une plongée en altitude qu'avant une plongée en mer. De plus, pour la même profondeur qu'en mer, la pression de l'azote inspiré (pI N_2) est aussi plus basse.

Exemple:

$$\mathbf{pI\ N_2 = p\ amb. \times 0{,}8}$$

p amb. = pression ambiante

à 0m pI N_2 (à -20m) = 2,4 bar
à 5'000m pI N_2 (à -20m) = 2,1 bar

A partir d'une tension initiale d'azote dissous plus faible (p N_2 (t0), et une pression d'azote inspiré plus basse (pI N_2), il en résulte, pour un profil de plongée identique en altitude, une dissolution comparativement moindre dans les tissus.

INFLUENCE DE L'ALTITUDE SUR LA DÉCOMPRESSION

Malgré la dissolution d'azote plus faible, la courbe de sécurité sera plus sévère (temps ou profondeur diminués) et les temps de décompression seront plus longs avec l'augmentation de l'altitude.

Cette apparente contradiction s'explique de la manière suivante :

Dans les tables (1986) calculées par le professeur Bühlmann pour la FSSS, un temps de montée d'une heure jusqu'au lac de montagne a été retenu. Cette durée admise est certainement suffisante car, dans la pratique, il est difficile pour un plongeur de monter en altitude et de s'immerger en moins d'une heure. Ainsi la courbe de sécurité et les temps de décompression donnés dans ces tables sont valables, aussi bien pour les plongeurs adaptés que les non adaptés à l'altitude.

La pression atmosphérique est plus faible en altitude, les tissus seront désaturés, lors de la remontée, à une pression ambiante proportionnellement plus faible. Une courbe de sécurité plus courte ou une décompression plus longue sont nécessaires car, si une pression ambiante tolérée (p amb. tol) de 1,013bar permet en mer de regagner directement la surface, à 3'800m (0,62 bar) la même valeur n'autorise la remontée qu'au palier de -4m.

Le calcul comparatif, de la pression ambiante tolérée pour chaque tissu, effectué selon la formule :

$$\textbf{p amb tol} = (p\,N_2\,(tE) - a)\; a * b) \quad **$$

met en évidence les points suivants:

- La pression ambiante tolérée décroît avec l'augmentation d'altitude
- La sursaturation critique (maximum tolérable) du tissu ($p\,N_2\,(tE)$ - p amb tol) devient plus petite en altitude

Il en résulte qu'avec une augmentation de l'altitude et, pour un profil d'immersion identique, la décompression débute en général par un palier plus profond, la courbe de sécurité est dans chaque cas plus courte et le temps de décompression (pour le même échelonnement de paliers) doit toujours être plus long.

Ainsi, dans les tables Bühlmann 701-2'500m (1986), l'habituel palier de 3m a été divisé en deux paliers à 4 et 2m ce qui permet même de réduire la durée de la décompression par rapport à l'emploi du palier classique de 3m.

Les coefficients **a et **b** on été mis en évidence par le Prof. Bühlmann et représentent une sorte de « valeur maximale de sursaturation »

TABLES DE PLONGÉE EN ALTITUDE OU CALCULATEUR.

Il est nécessaire que les tables ou les calculateurs utilisés soient adaptés à l'altitude du lieu de plongée.

L'emploi de tables « mer » devient caduc et l'utilisation des ordinateurs programmés pour des altitudes insuffisantes est dangereuse. Les tables Bühlmann 1986, établies pour une zone d'altitude de 701 à 2'500m existent aussi sous forme d'une plaquette immergeable en matière synthétique jaune. Elles sont d'un emploi très facile, y compris pour les plongées successives. Avec la version de base de 0 à 700m, les tables couvrent pratiquement tout le domaine « plongeable » des lacs européens.

Malgré l'emploi croissant des calculateurs, ces tables devraient être promises à un bel avenir, et plus particulièrement lors de la préparation des plongées.

L'appareil idéal prend en considération la plus grande subdivision possible d'altitude. De ce fait il donne, dans la règle, des décompressions plus précises et plus courtes, tout en tenant compte de votre adaptation pendant le temps de montée en altitude.

L'UTILISATION DES TABLES DE PLONGEE EN ALTITUDE

La plupart des tables de plongées sont calculées avec une limite d'altitude de 300m. sur mer. Au dessus il faudra calculer une « profondeur équivalente » en tenant compte de la variation d'altitude.

Seule la table Bühlmann de base « monte » jusqu'à 700m. permettant de plonger de 0 à 700 m sur mer sans changer de table.
Dès 701m il faut utiliser la table 701-2'500 m. Il existe aussi une table allant jusqu'à 4'500m d'altitude

LE PASSAGE « TABLE PLAINE/ TABLE ALTITUDE ».

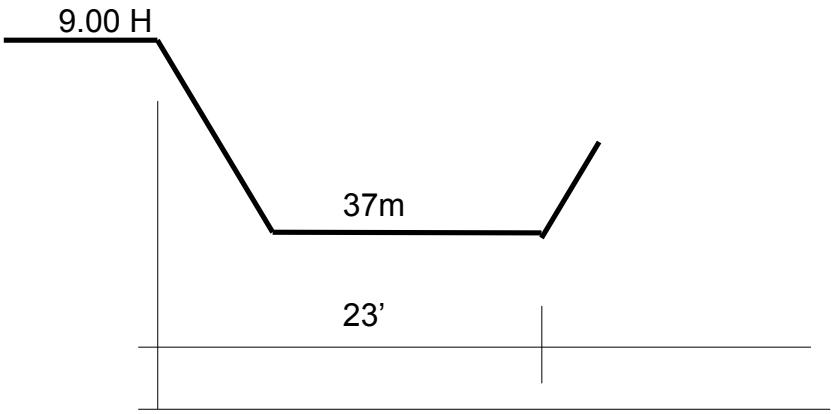
La table Bühlmann 701-2'500 m. permet de plonger **60 minutes déjà** après l'arrivée sur le lieu d'altitude (adaptation minimale) car elle prend en compte la désaturation due à la montée en altitude.

En revanche la table « 2'501-4'500 m. » nécessite une adaptation totale du corps c'est-à-dire un séjour préalable de **6-7 jours avant la plongée.**

PLONGEE SIMPLE EN ALTITUDE

Calculer les paliers et l'heure de sortie de la plongée suivante.

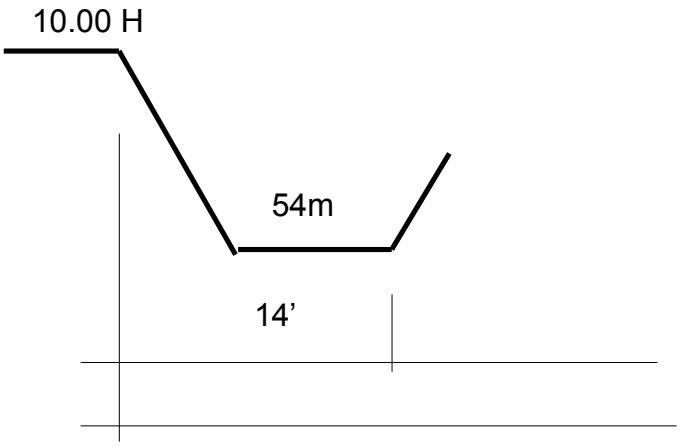
ALT. 1’800m s/m

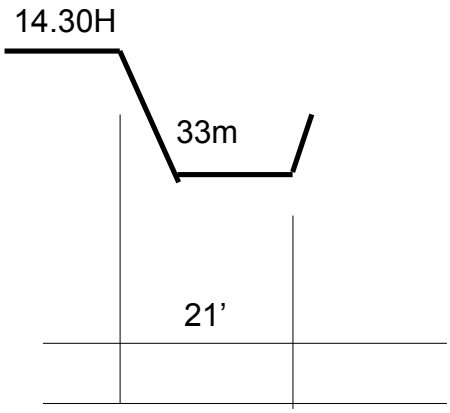


PLONGÉE SUCCESSIVE EN ALTITUDE

Calculer les paliers, et les heures de sortie, des plongées suivantes.

ALT. 1'692m S/M





PASSAGE D’UN COL APRÈS LA PLONGÉE

Après avoir effectué la plongée précédente combien de temps fait-il attendre avant de franchir un col à 3’500m d’altitude ?

PLONGER AU NITROX EN ALTITUDE

Il n'y a pas de problèmes pour plonger en altitude avec du nitrox. En effet comme la **pression absolue** est la référence pour les calculs du mélange à utiliser (best mix), de la M.O.D. (profondeur maximale de plongée) et de la EAD (profondeur équivalente azote) et qu'elle est plus faible en altitude nous pourrions donc :

- Avoir un mélange plus riche ou
- Plonger plus profond

Dans certains cas les deux sont possible.

Ne pas oublier de calibrer l'analyseur, sur le lieu de la mesure, ou vous vous trouvez en altitude.

TABLE BÜHLMANN

Nullzeiten und Dekompressionszeiten
Courbe de sécurité et temps de décompression

0-700 müM / m s/mer

Tiefe Prof. m	Zeit Durée min mn	Stufen Paliers 12 m	9 m	6 m	3 m	RG GR
12	125				1	G
	140				5	H
	150				8	H
15	75				1	G
	80				3	G
	90				7	G
	100				12	G
	110				17	H
	120				20	H
18	51				1	F
	60				5	F
	70				11	G
	80				18	G
	90				24	H
21	35				1	E
	40				2	E
	50				8	F
	60				16	G
	70				25	G
	80			3	29	H
24	25				1	E
	30				2	E
	35				4	F
	40				8	F
	50				17	G
	60			4	24	G
	70			10	30	H
27	20				1	E
	30				5	F
	35				10	F
	40			2	13	G
	45			3	18	G
	50			6	22	G
	55			8	27	G
	60			10	30	H
30	17				1	D
	20				2	D
	25				5	E
	30			2	7	F
	35			3	14	G
	40			5	17	G
	45			9	23	G
	50		2	10	28	G
33	14				1	D
	20				4	E
	25				7	E
	30			2	11	F
	35			4	17	G
	40			6	23	G
	45		2	8	28	G
	50		4	11	31	H
	55		5	15		
36	12				1	D
	15				3	D
	20			2	5	E
	25			4	9	F
	30			5	15	G
	35		2	8	23	G
	40		2	10	28	G
	45		5	15	31	H
	50		7			

Tiefe Prof. m	Zeit Durée min mn	Stufen Paliers 15 m	12 m	9 m	6 m	3 m	RG GR
39	10					1	D
	15					4	E
	20				3	7	F
	25			2	4	12	G
	30			3	7	18	G
	35			5	9	28	G
	40		2	6	15	29	H
42	9					1	D
	12					4	D
	15				1	5	E
	18				4	6	F
	21			2	4	10	F
	24			3	6	16	G
	27			4	7	19	G
	30		2	4	9	25	G
	33		2	6	12	29	G
	36		2	7	15	32	H
45	9					2	E
	12					5	E
	15				3	5	E
	18			2	4	9	F
	21			3	5	13	G
	24			4	6	18	G
	27		2	4	9	22	G
	30		3	6	10	27	G
48	9					3	E
	12				2	5	E
	15				4	6	F
	18			3	4	10	F
	21			4	6	16	G
	24			4	7	22	G
	27		2	5	10	26	G
	30	1	4	6	13	30	H
51	9					4	E
	12				3	6	E
	15				4	8	F
	18			2	5	13	F
	21			4	7	18	G
	24			4	9	24	G
	27		3	5	13	28	G
	30	3	4	6	16	32	H
54	9				1	5	E
	12				4	6	E
	15			1	4	10	F
	18			3	6	17	G
	21			4	9	21	G
	24		2	4	12	27	G
	27		3	5	15	31	H
57	9				2	5	E
	12				4	8	E
	15			1	5	11	F
	18			3	7	18	G
	21			4	10	24	G
	24		2	6	12	29	H
60	9				4	5	E
	12				5	9	E
	15			2	5	14	F
	18			4	6	22	G
	21			4	11	27	G
	24		2	5			
	27		3	6			
	30	3	4	7			

Aufstieg: 10 m/min ——▲ Sicherheitshalt: 1 min bei 3 m
Remontée: 10 m/mn ——▲ Palier de sécurité: 1 mn à 3 m

© A. A. Bühlmann, Universität Zürich CH 1986

TABLE BÜHLMANN

Nullzeiten und Dekompressionszeiten
Courbe de sécurité et temps de décompression

701-2500 müM / m s/mer

Tiefe Prof. m	Zeit Durée min mn	Stufen Paliers 9 m	6 m	4 m	2 m	RG GR
9	**238**				1	G
12	**99**				1	G
	110				4	G
	120				8	G
15	**62**				1	F
	70				4	G
	80				10	G
	90				15	G
18	**44**				1	F
	50				4	F
	60				11	G
	70				19	G
	80			4	23	H
	90			8	25	H
21	**30**				1	E
	35				2	F
	40				5	F
	45				9	G
	50			1	13	G
	55			3	17	G
	60			5	20	G
	65			8	22	G
	70			11	23	G
24	**22**				1	F
	30				3	F
	35				7	F
	40			2	11	G
	45			4	16	G
	50			7	19	G
	55		1	10	21	G
27	**18**				1	D
	20				2	E
	25				4	F
	30			2	7	F
	35			4	11	G
	40		1	6	16	G
	45		2	9	20	G
30	**15**				1	D
	20				3	E
	25			2	6	F
	30		1	4	11	G
	35		2	7	15	G
	40	1	5	10	20	G
	45	2	6	12	23	G
33	**12**				1	D
	15				2	E
	20			2	4	F
	25		2	3	9	G
	30	1	3	6	14	G
	35	2	4	9	20	G
	40	3	6	12	23	G
36	**10**				1	D
	15				3	E
	20		1	1	6	F
	25	1	3	3	12	F
	30	3	3	5	19	G
	35	4	6	8	23	G
				12		G

Tiefe Prof. m	Zeit Durée min mn	Stufen Paliers 12 m	9 m	6 m	4 m	2 m	RG GR
39	**9**					1	D
	12					3	E
	15				2	4	E
	18			2	3	7	F
	21			3	4	10	G
	24		2	4	6	15	G
	27		4	4	8	18	G
	30	1	4	6	11	21	G
42	**8**					1	D
	12				1	4	E
	15			1	3	5	F
	18			3	4	8	F
	21		3	3	5	13	G
	24		4	4	7	18	G
	27	1	5	5	9	21	G
	30	3	6	6	13	24	G
45	**9**					3	D
	12				3	3	E
	15			3	3	6	F
	18		2	3	4	11	F
	21		4	4	7	16	G
	24	2	4	5	10	21	G
48	**9**				1	4	E
	12			1	3	4	F
	15		2	2	4	9	G
	18		4	5	5	14	G
	21	2	4	4	9	19	G
51	**6**					2	E
	9				1	3	F
	12			1	3	5	F
	15		1	2	4	11	G
	18		3	3	7	17	G
	21	2	4	4	11	21	G
54	**6**					2	D
	9				1	3	F
	12			1	3	7	F
	15		2	3	5	13	G
	18	1	4	4	9	19	G
		3	4	5			G

Aufstieg: 10 m/min ——▲ Sicherheitshalt: 1 min bei 2 m

Remontée: 10 m/min ——▲ Palier de sécurité: 1 mn à 2 m

© A. A. Bühlmann, Université de CH-Zürich 1986

TABLE BÜHLMANN

Wiederholungstauchgänge 0–2500 müM
Plongées successives de 0–2500 m s/mer

0–2500 müM / m s/mer

Oberflächenpause
Intervalle de surface

RG nach Ende des Tauchganges
GR à la fin de la plongée

								"0"	✈
							A	2	2
						B	20	2	2
					C	10	25	3	3
				D	10	15	30	3	3
			E	10	15	25	45	4	3
		F	20	30	45	75	90	8	4
	G	25	45	60	75	100	130	12	5
H	50	65	95	130	180	240	340	24	7
H	G	F	E	D	C	B	A	Std/h	Std/h

RG am Ende der Oberflächenpause
GR à la fin de l'intervalle de surface

Beispiel: Wiederholungsgruppe RG **F** nach Ende des Tauchganges
- nach 45 Minuten ist RG **C**, nach 90 Minuten **A** erreicht (Zwischenwerte abrunden)
- nach 8 Stunden kann ohne Zeitzuschlag getaucht werden
- 4 Stunden Wartezeit bis Flug

Exemple: Groupe répétitif GR **F** à la fin de la plongée
- après 45 minutes **F** devient **C**, après 90 minutes **F** devient **A** (prendre pour les valeurs intermédiaires celle immédiatement inférieure
- après 8 heures on peut replonger sans ajouter de majoration
- temps d'attente avant l'envol: 4 heures

Zeitzuschläge für Wiederholungstauchgänge
Majorations aux plongées successives

(Zwischenwerte abrunden)
(prendre pour les valeurs intermédiaires celle immédiatement inférieure)

RG / GR	Vorgesehene Tauchtiefe in Meter / Profondeur en mètres de la plongée envisagée																
	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57
A	25	19	16	14	12	11	10	9	8	7	7	6	6	6	5	5	5
B	37	25	20	17	15	13	12	11	10	9	8	7	7	6	5	5	5
C	55	37	29	25	22	20	18	16	14	12	11	10	9	8	7	7	6
D	81	57	41	33	28	24	21	19	17	15	14	13	11	10	9	9	8
E	105	82	59	44	37	30	26	23	21	19	17	16	14	13	12	11	10
F	130	111	88	68	53	42	35	30	27	24	21	19	17	16	15	14	13
G	154	137	115	91	72	57	47	40	35	31	27	25	23	21	20	19	18

Beispiel: RG **C** zu Beginn des Wiederholungstauchganges. Vorgesehene Tiefe 27 Meter = 18 Minuten Zeitzuschlag zur Grundzeit des Tauchganges

Exemple: GR **C** au départ de la plongée successive. Profondeur envisagée 27 mètres = 18 minutes de majoration à rajouter au temps de séjour au fond

Passfahrten und Fliegen ohne Druckkabine
Le passage d'un col et vol sans cabine pressurisée

(Zwischenwerte der Höhe aufrunden/prendre pour les valeurs intermédiaires d'altitude celle immédiatement supérieure)

Höhe (m) / altitude (m)	RG am ENDE des Tauchganges / GR à la FIN de la plongée				
	A–D	E	F	G	H
2500	1:00	1:00	1:00	1:00	2:00
3000	1:00	1:00	1:00	1:30	3:30
3500	1:00	1:00	1:30	3:30	5:30
4000	1:00	1:30	3:00	5:00	7:00

Alle Wartezeiten in Std:Min/Tous les temps d'attente en hrs:min

© B. A. Müller/CH 1988

Anmerkungen:
1. Kein zusätzlicher Aufstieg innerhalb der ersten Stunde des Intervalls nach dem TG!
2. Nach Ablauf dieser ersten Stunde: **gleichmässiger** Aufstieg zur Zielhöhe.
3. Zielhöhe darf **nicht vor** angegebener Wartezeit erreicht werden.

Remarques:
1. Pas de remontée pendant la première heure de l'intervalle après la plongée!
2. Après cette première heure: commencer une montée **régulière.**
3. L'altitude envisagée **ne doit pas être atteinte avant** le temps d'attente indiqué.

© A. A. Bühlmann, Universität Zürich CH 1988

TABLE BÜHLMANN 2’501-4'500 M.

Prof. m.	Temps au fond	12	9	6	4	2	GR
9	204					1	G
12	88					1	G
	100					5	G
	120					13	G
15	50					1	E
	60					2	F
	90					20	G
21	22					1	D
	30					3	E
	35					6	F
	45				3	10	F
	60				8	18	G
24	16					1	D
	25					4	E
	30				1	6	F
	40				5	12	F
27	14					1	D
	20					4	E
	30				5	7	F
30	11					1	D
	20				2	5	E
	30			3	5	11	F
33	9					1	D
	15				1	4	E
	21			1	4	6	F
	27		1	3	6	11	G
36	8					1	D
	12				1	3	D
	18			1	4	6	F
	21			3	5	7	F
39	7					1	D
	12				2	4	E
	18		1	2	5	6	F
	21		2	3	6	10	F
42	7					1	D
	12			1	3	4	E
	18		2	3	5	9	F
45	6					1	C
	12			2	3	5	F
	18		3	4	6	11	F

ATTENTION : la table « 2’501-4'500 m. » nécessite une adaptation totale du corps c'est-à-dire un séjour préalable de **6-7 jours à l’altitude, avant la plongée.**

Pour le calcul des plongées successives, les valeurs de la table « Plongées successives de 0 à 2’500m. » peuvent être prises en compte.
En effet, la désaturation est calculée « au plus long » c'est-à-dire à la pression atmosphérique maximale, donc au niveau de la mer.
En altitude, la pression étant plus faible le corps désature plus vite…

Table tirée de l’ouvrage « Tauchmedizin » 5ième édition, E. Völlm-P. Nussberger, Springer Verlag.

LA CONSOMMATION D'AIR EN ALTITUDE

Il existe plusieurs possibilités pour calculer la consommation d'air pour les plongées en lacs d'altitude. Nous te proposons ci-après une méthode de calcul basée sur le même principe que le calcul de consommation pour les plongées en mer, en nous basant sur les litres normalisés.

QUE SONT LES LITRES NORMALISÉS ?

Un litre d'eau est l'exemple type de quantité de liquide dont nous connaissons le volume et la densité. En ce qui concerne les **gaz,** contrairement aux liquides, on n'indique, à part le **volume,** la pression et non la densité. L'indication 1 litre d'air ne donne aucune information sur la quantité de matière, mais sur le nombre de molécules présentes.

Il est important de ramener ces indications de quantités d'air à une unité utilisable pour le calcul. Nous ramènerons donc ces quantités d'air à la pression d'un bar, c'est-à-dire au volume qu'aurait cette quantité d'air s'il était exposé à une pression d'un bar. Nous parlerons alors de **litres/surface ou LN (litres normalisés).** La définition de ces litres normalisés est très simple, puisque nous les définissons au moyen de la formule découlant de la loi de BOYLE et MARIOTTE.

$$\mathbf{P_1 * V_1 = P_2 * V_2}$$

P_1 = pression ambiante V_1 = volume à pression ambiante
P_2 = pression normale 1b V_2 = volume normal à 1b

$$\mathbf{V_2 = \frac{P_1 * V_1}{P_2} * \frac{P_1 * V_1}{1b} = V_2 = P_1 * V_1}$$

P_1 = 200 bar. La pression interne du scaphandre est indépendante de la pression ambiante.

V_1 = 10 L/b Volume normal à 1 bar. Par bar, il se trouve 10 litres d'air dans ce scaphandre.

V_2 = 200 bar * 10 bar/litre = <u>2000 litres normalisés</u>

Si l'air de ce scaphandre est détendu à la pression d'un bar, nous obtiendrons un volume de 2000 litres. Si nous devions détendre cette même quantité d'air en altitude (p.ex. à 2'000, mètres, où règne une Patm de 0,8 bar) pour remplir un ballon, ce dernier aurait un volume de :

$V_2 = \frac{200 \text{ bar} * 10 \text{ litres}}{0.8 \text{ bar}} = 2'500 \text{ litres}$

Nous calculerons donc également les consommations d'air en altitude en nous référant aux LN, soit aux litres à 1 bar. Donc, à cette altitude, notre scaphandre contiendra toujours 2000 LN.
Un homme consomme en travail léger environ 20 litres par minute, indépendamment de la pression ambiante. Il respire partout au même rythme et avec la même amplitude. Sa consommation, c'est-à-dire la quantité d'air dont il aura besoin dépendra de la pression ambiante.

Niveau mer V_2 = 20 L/bar * minute * 1 bar = 20 LN/min.

Mer -10 mètres V_2 = 20 L/bar * minute * 2 bar = 40 LN/min.

Altitude 2000m V_2 = 20 L/bar * minute * 0,8 bar = 16 LN/min.

Alt. 2000m à -10m V_2 = 20 L/bar * minute * 1,8 bar = 36 LN/min.

Nous inspirons et expirons dans ce lac d'altitude le même volume d'air qu'au niveau de la mer, mais vu que la pression ambiante est moindre qu'au niveau de la mer, la quantité d'air consommé (indiquée en LN) sera plus faible qu'en l'indiquant à la pression ambiante de la surface. L'air contenu dans le scaphandre permettra donc une plongée plus longue en altitude.

Exercice: Altitude 2000 mètres, profondeur 1 mètre

V2 = 20 L/bar * minute * 0.9 bar = 18 LN/min.

Constatation: on consomme moins qu'en surface, en mer!

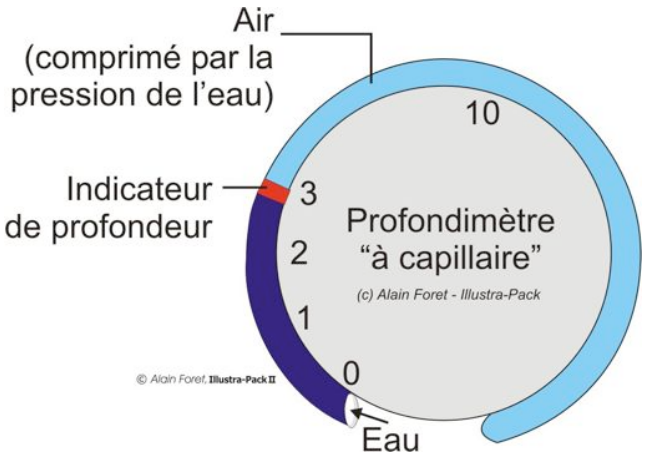
Solution Nous devons comparer les volumes minimaux de consommation qui ne correspondant pas aux même pressions.

Surface = 20 L/min. sous pression atm. de 0,8 bar, soit 16 L/min.
-1 m = 20 L/min. sous pression atm. de 0,9 bar, soit 18 l/min.

RÉSUMÉ
Nous ne devons prendre en considération pour les calculs que des quantités de gaz ramenés à une pression identique. Le plus simple étant de ramener ces volumes à la pression d'un bar.

MESURER LA PROFONDEUR

PROFONDIMÈTRE À TUBE CAPILLAIRE
C'est un tube bouché à l'une des extrémités. Lors de la descente, la pression augmente et l'eau entre dans le tube. Une échelle graduée indique alors la profondeur.
Ce profondimètre utilise le principe de la loi de Mariotte. En partant de la surface (1b), quand la pression à doublé (2b), le tube est rempli à moitié, l'échelle indique 10 mètres.



Ce type de profondimètre est bon marché et précis dans les faibles profondeurs.
La lecture de l'échelle perd sa précision au fur et à mesure que la profondeur augmente (distance de marquage toujours plus petite.

LE PROFONDIMÈTRE CAPILLAIRE EN ALTITUDE
Selon la loi de Boyle et Mariotte, le rapport de compression d'une colonne d'air obturée à un bout, et **étalonné au niveau de la mer**, donnera automatiquement en altitude une erreur de mesure due à la diminution de la pression atmosphérique.

Exemple:

Om (mer) (Pression atm. = 1,0 bar)				5'000m (lac de montagne) (Pression atm. = 0,5 bar)			
Profondeur	Pression	Volume	Lecture	Profondeur	Pression	Volume	Lecture
0m	1 bar	1	0 m	0m	0,5 bar	1	0m
10m	2 bar	½	10 m	5m	1,0 bar	½	l0m
20m	3 bar	1/3	20 m	l0m	1,5 bar	1/3	20m

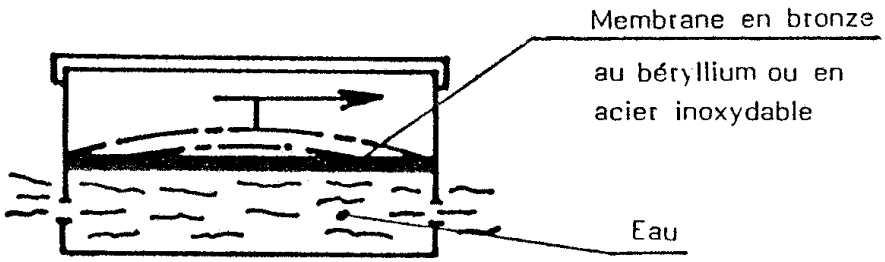
En altitude, la profondeur indiquée par un profondimètre à tube capillaire est toujours plus grande que la profondeur réelle. L'erreur n'est pas constante, elle croît avec l'augmentation de l'altitude et de la profondeur. La profondeur effective dans un lac de montagne peut se calculer de la façon suivante :

Profondeur effective = profondeur lue (en m) * $\frac{\text{pression atm. lac}}{\text{pression atm. mer}}$

EXEMPLE:

3'500m, 30m, 30 * $\frac{0{,}65 \text{ bar}}{1 \text{ bar}}$ = 19,5m

PROFONDIMÈTRE À MEMBRANE



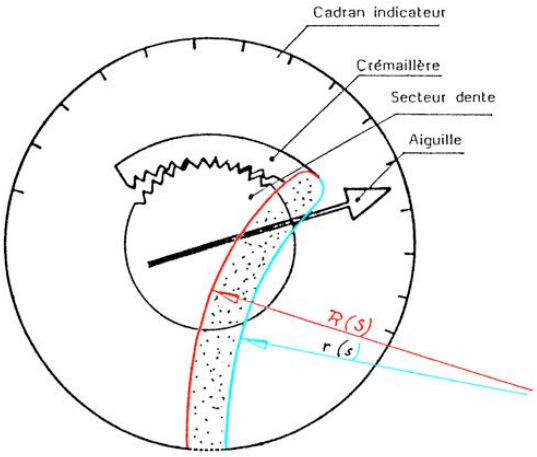
L'eau entre dans le boîtier et vient déformer une membrane en acier inox ou en bronze bérillyum.

L'aiguille en contact avec la membrane se déplace au fur et à mesure que celle-ci se déforme et vient indiquer la profondeur face à une échelle graduée. (niveau de la mer).
Les profondimètres de ce type sont chers et de plus en plus rares. (Uwatec COMPACT ou SCUBAPRO)

PROFONDIMÈTRE À TUBE DE BOURDON

C'est sur ce principe que la majorité des profondimètres actuellement sur le marché sont construit.

PRINCIPE DU TUBE DE BOURDON



Sous l'effet de la pression, un tube courbé, en laiton, se déforme.

La pression c'est une force sur une surface :

- La force c'est l'eau

- La surface R est plus grande que
- La surface r

Donc la pression exercée sur R est plus grande que celle exercée sur r : le tube se redresse, entraînant avec lui le mécanisme denté qui fait bouger l'aiguille en face d'une échelle graduée.

PROFONDIMÈTRES À MEMBRANE ET TUBE DE BOURDON EN ALTITUDE

Dans ces appareils la profondeur affichée est le résultat de la différence entre la pression absolue et une pression de référence.
Pour les profondimètres qui ne sont pas ajustables, la pression de référence est en général la pression atmosphérique au niveau de la mer (1 bar). De ce fait, les profondeurs affichées dans un lac de montagne, sont trop faibles et l'écart avec la profondeur réelle correspond à la différence de pression atmosphérique exprimée en mètres d'eau.
L'erreur de mesure des profondimètres à membrane ou à tube de Bourdon non-ajustable ne dépend que de la pression atmosphérique de chaque lieu de plongée mais reste constante à toutes profondeurs.

La profondeur effective dans un lac de montagne peut se calculer de la façon suivante :

Profondeur effective = lecture (en m) + Différence de pression atm.
entre Om et l'altitude, exprimée en mètres de CE (colonne d'eau)

Exemple:

O m.	2'500m (lac)
(1,0 bar)	0,75 bar
différence de pression:	-0,25 bar = 2,5 m.

Profondeur effective : 30 m	Profondeur effective : 30,0 m
Pression absolue : 4 bar	Pression absolue : 3,75 bar
Lecture : 30 m	Lecture : 27,5 m

PROFONDIMÈTRES ÉLECTRONIQUES ET CALCULATEUR

Tous les systèmes électroniques mesurent, à partir d'un capteur piézorésistif, la pression absolue. De ce fait et au plus tard à l'enclenchement de l'appareil en surface, la pression atmosphérique du lieu est mémorisée.

Ainsi, durant toute la plongée, la différence entre la pression absolue et la pression atmosphérique à la surface est calculée et convertie en un signal digital. La profondeur indiquée est toujours exacte sans nécessité de correction.

AUTRES PARTICULARITÉS
LE FROID, L'HYPOTHERMIE DU PLONGEUR.

Dans l'eau, la perte de chaleur peut être jusqu'à 25 fois plus importante que dans l'air.
Même protégé par une bonne combinaison, le plongeur se refroidira.

En été, le plongeur retrouvera de l'eau à une température agréable et, si son séjour dans la « couche froide » n'était pas trop long, il ne souffrira pas du froid.

Lors d'une plongée sous glace le plongeur est tout de suite dans une eau qui a une température de quelques degrés et il se refroidira au maximum.
Dès que les symptômes suivant apparaîtront :

- FRISSONS.
- Mains et pieds douloureux.
- Crampes musculaires aux jambes.
- Tremblements caractéristiques.

il faut sortir de l'eau sans tarder car si le corps continue à se refroidir, le plongeur ressent un engourdissement progressif des membres, de la difficulté à respirer. La consommation d'air augmente et le risque d'essoufflement est grand. De violents maux de tête consécutifs à un début d'hypercapnie (intoxication au CO_2) peuvent être ressentis.

Dans les cas graves, une syncope peut survenir.

POUR LUTTER CONTRE LE FROID

- Avoir une bonne combinaison.
- Sortir de l'eau aux premiers signes de froid.
- Plonger seulement si l'on est en pleine forme.

Prévoir un abri pour se changer et des boissons chaudes pour réchauffer les plongeurs.

LE VENT ET LE FROID
La sensation de froid augmente rapidement si le plongeur est exposé au vent.
Les spécialistes de la montagne utilisent une formule, dite de Paul Siple, du nom de l'explorateur qui la mise en œuvre pour la première fois en 1939 lors d'explorations polaires.

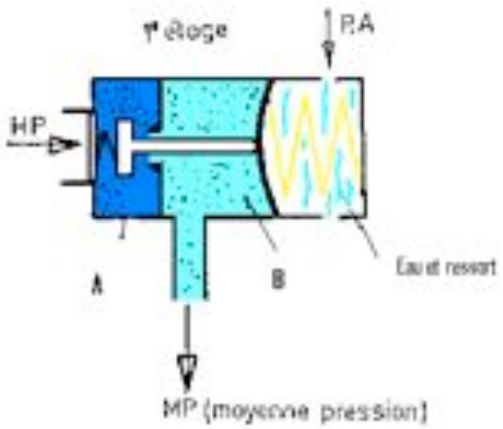
La tabelle ci-dessous indique la température ressentie, selon la température mesurée et le vent apparent.

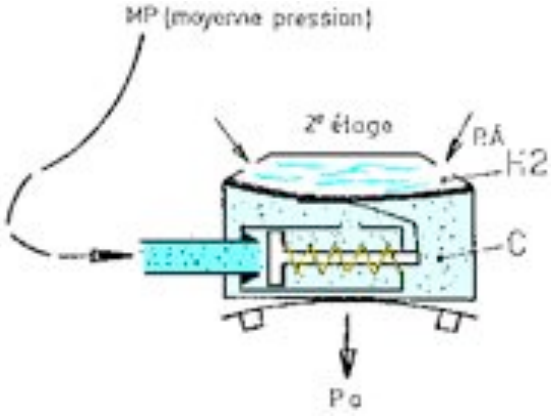
TABELLE SELON LA FORMULE DE SIPLE

Vitesse du vent, en km. par heure		Température de l'air, en °C														
		8	**6**	**4**	**2**	**0**	**-2**	**-4**	**-6**	**-8**	**-10**	**-12**	**-14**	**-16**	**-18**	**-20**
	7,5	7	5	3	1	-1	-3	-5	-7	-9	-11	-13	-15	-17	-19	-21
	15	3	1	-2	-4	-7	-9	-11	-14	-16	-19	-21	-23	-26	-28	-31
	20	0	-2	-5	-8	-10	-13	-16	-18	-21	-23	-26	-29	-31	-34	-37
	30	-2	-5	-7	-10	-13	-16	-19	-21	-24	-27	-30	-33	-35	-38	-41
	36	-3	-6	-9	-12	-15	-18	-21	-24	-27	-30	-33	-35	-38	-41	-44
	43	-5	-8	-11	-14	-17	-20	-23	-26	-29	-32	-35	-38	-41	-44	-47
	50	-5	-9	-12	-15	-18	-21	-24	-27	-30	-33	-36	-39	-42	-45	-48
	58	-6	-9	-12	-15	-19	-22	-25	-28	-31	-34	-37	-40	-44	-47	-50
	65	-7	-10	-13	-16	-19	-22	-26	-29	-32	-35	-38	-41	-45	-48	-51
	70	-7	-10	-12	-16	-20	-23	-26	-29	-32	-36	-39	-42	-45	-48	-52
	80	-7	-10	-14	-17	-20	-23	-26	-30	-33	-36	-39	-42	-46	-49	-52
	86	-7	-10	-14	-17	-20	-23	-27	-30	-33	-36	-39	-43	-46	-49	-52
	94	-7	-10	-14	-17	-20	-23	-27	-30	-33	-36	-39	-43	-46	-49	-52

LE GIVRAGE DU DÉTENDEUR.

En cas de givrage du détendeur, fermer si possible tout de suite le robinet correspondant car la bouteille se vide extrêmement rapidement.
Il est illusoire de vouloir respirer sur un détendeur fusant, l'air qui en sort à gros débit, surtout depuis les détendeurs modernes, est tellement froid qu'il peut même occasionner des « brûlures » légères.
Dans tous les cas la plongée doit être interrompue car le givrage signifie que le plongeur n'est peut-être pas en meilleure forme et le détendeur, qui vient d'être mis lourdement à contribution, doit éventuellement être révisé.





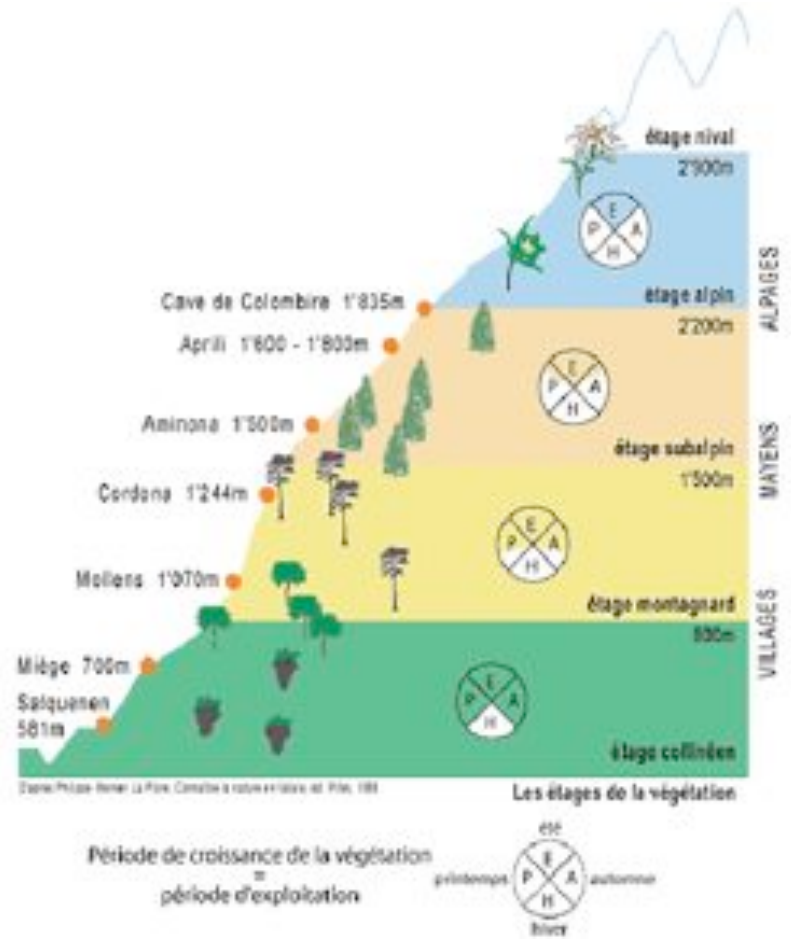
SIGNE « MON DETENDEUR EST EN DEBIT CONTINU »

Signification
Le détendeur du plongeur est en débit continu, « fuse »

Réponse
S'approcher du plongeur et établir un contact physique.
S'assurer qu'il respire sur son second détendeur. Si ce n'est pas le cas, lui donner **son (le sien)** second détendeur.
Prendre dans la main le tuyau du détendeur qui fuse et le suivre jusqu'à la robinetterie. FERMER LE ROBINET DU DÉTENDEUR QUI FUSE.
Revenir rapidement en face du plongeur pour s'assurer qu'il respire normalement sur l'autre détendeur.
Le détendeur arrête de « fuser » mais ATTENTION, le plongeur ne peut plus disposer de l'inflateur éventuellement branché sur ce détendeur et l'indication du mano n'est plus valable. Par le signe « OK » les plongeurs confirment que l'incident est maîtrisé. Il est nécessaire d'interrompre la plongée et remonter, éventuellement le long du bord. (Généralement la quantité d'air à tellement diminué qu'il faut remonter).
Il est possible d'essayer d'ouvrir à nouveau le robinet du détendeur incriminé.

LE MILIEU

La montagne est un milieu fragile. Tous les évènements se passent lentement, au rythme des saisons. Les saisons dépendent de l'altitude et les indications suivantes sont données en regard de nos pays européens. A ce propos il faut se souvenir que les conditions de montagnes ne sont pas les mêmes sur d'autres continents. Ainsi, chez nous, une altitude de 2'240 est presque la limite ou nous allons plonger (lac de Vaux) alors que c'est aussi l'altitude de Mexico City, capitale du Mexique ou vivent normalement plus de 20 millions de personnes…



L'ÉTAGE NIVAL

Ainsi, dès 2'900m., le début de l'étage nival l'hiver dure entre la moitié et les trois-quarts de l'année. Il n'y a pas de printemps et pas d'automne, l'été dure quelques semaines. La végétation est rare, composée de mousse et de lichens, le paysage est fait de pierriers et de blocs de rochers. Peu de lacs sont accessibles dans cet étage nival qui est difficilement d'atteindre.

L'ÉTAGE ALPIN

Entre 2'200m. et 2'900m. il n'y a plus d'arbres. Les pelouses alpines impressionnent par leur floraison, leur parfum et leur diversité.
C'est le dernier étage pâturé par le bétail, qui est regroupé en troupeaux pour la saison d'été, (dès mi-juin et jusqu'à fin septembre).
C'est la limite raisonnable pour plonger. Les lacs de sont pas légion et souvent, il faut des moyens spéciaux pour accéder à ces lacs, 4x4 en tous cas, hélicoptère souvent…
Attention, il faudra repartir comme l'on est arrivé…

L’ETAGE SUB ALPIN

Entre 1’500m. et 2’200m.

C’est l’étage des derniers arbres et il se termine habituellement par des landes constituées d'arbrisseaux comme le rhododendron ou le genévrier nain. C'est le domaine des forêts d'épicéas et de mélèzes.

C’est dans cette tranche d’altitude que seront effectués la plupart des plongées « en altitude », dans nos régions.

Lac Lioson, 1877 m. sur mer.

Lac Sambroc, 2065 m. sur mer.

L'ETAGE MONTAGNARD

Entre 800 et 1'500m.

Lac de Cama, 1265 m. sur mer

En suisse on trouve toute une série de lacs de moyenne montagne comme celui-ci.

FAUNE ET FLORE SOUS-MARINE EN ALTITUDE.

FRAGILITÉ DU MILIEU

Les cycles d'un lac d'altitude sont différents de ceux d'un lac de plaine.
En altitude seul deux cycles seront observés : le plus long, en hiver, celui ou la température est égale, froide, de la surface au fond du lac.
Dès le printemps, qui arrive plus tard en altitude, l'eau se réchauffe un peu et la couche chaude augmente son épaisseur pendant l'été, permettant au plancton de se développer.

Si les affluents du lac d'altitude, dans la majorité des cas, ne sont pas soumis à la pollution des hommes, le lac d'altitude est sensible aux pluies acides qui résultent de la pollution de l'air.

De plus, souvent de petites dimensions, le lac d'altitude n'est que très rarement agité au point de permettre un brassage des couches d'eau ; le lac est ainsi privé d'oxygène dans ses fonds (le lac est dit eutrophe) et sa capacité à se régénérer sera fortement réduite.

La sédimentation est minimale, l'eau est d'une grande clarté et la lumière pénètre profondément ; un tel lac à toutes les chances de voir plusieurs formes de vie, végétale et animale s'y développer. Ou alors le lac est complètement troublé par les particules en suspension, la lumière ne pénètre pas et la vie y est réduite au minimum

Mais en général, les formes de vie que l'on peut observer dans un lac de montagne sont encore plus restreintes que dans un lac de plaine.

RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT

Ici cette notion prend tout son sens car le milieu est très fragile et aura beaucoup de peine à se reconstituer seul.
Attention aussi aux alentours des plans d'eau, lors de l'accès ou de la mise à l'eau.

LES POISSONS ET L'ALTITUDE

(Tiré de l'Atlas de distribution des poissons et cyclostomes de suisse, J.-C. Pedroli et B. Zaugg)

Si le taux d'oxygène, la température et la turbidité de l'eau correspondent, les diverses espèces peuvent être présente à n'importe quelle altitude. Cependant chaque espèce a une altitude limite au delà de laquelle les conditions ne lui permettent plus de vivre c'est-à-dire de se nourrir et de se reproduire.

DE 1'500 JUSQU'A 3'000 METRES

Des salmonidés, dont la truite fario, la truite de rivière, des vairons et des chabots, la loche franche. Ces poissons se reproduisent en hiver ou au printemps et se nourrissent de petits animaux ou de poissons.
Certains poissons qui normalement vivent plus bas peuvent aussi se rencontrer dans las lacs ou les retenues ou ils ont été introduits à des fins de pêche sportive.

DE 1'000 JUSQU'A 1'500 METRES

Des cyprinidés robustes, tel le goujon, le gardon, l'ablette ; le brochet, la perche, l'ombre, la lotte et la truite de lac sont présent. A part celle-ci qui se reproduit en hiver tous les autres se reproduisent au printemps. Certains de ces poissons se nourrissent aussi d'herbes et de détritus.

DE 500 JUSQU'A 1'000 METRES

Tous les poissons ci-dessus et la plupart des cyprinidés, carpes, brème, barbeaux, sandre et les corégones, la lamproie, l'anguille.

JUSQU'A 500 METRES

L'épinoche, la bouvière, le silure, la loche de rivière.
Bien entendu la plupart des autres poissons sont présent aussi.

POUR EN SAVOIR PLUS SUR LA FAUNE ET LA FLORE D'EAU DOUCE.

Voici l'ouvrage ultime en matière de biologie des eaux douces.
Ce livre est le résultat d'un collectifs de photographes et de biologistes qui ont fondé DORIS au sein de la fédération française de plongée, la FFESSM.
Un livre fait par des plongeurs, pour des plongeurs.

La vie en eaux douces, les carnets du plongeur.
Ouvrage de référence de Doris et de la FFESSM
ISBN 978-2-7466-4299-7 EAN 9782 74664 2997

A commander à la Fédération Suisse des Sports Subaquatiques FSSS, un mail a admin@susv.ch suffit, le livre vous sera envoyé contre facture.

LA PRÉPARATION D'UN SÉJOUR EN ALTITUDE

Même si le séjour ne dure que quelques heures et si l'on souhaite qu'il soit réalisé avec un minimum de sécurité il est nécessaire d'avoir un minimum d'équipement et de s'organiser un peu. En montagne l'on est soumis aux impondérables et aux caprices des éléments naturels.

La nourriture et la boisson sont des éléments importants qu'il ne faut pas négliger. Il est prudent d'emporter toujours quelques barres chocolatées, des fruits secs. Ces éléments sont énergétiques et permettent de palier rapidement et efficacement à un petit coup de fatigue qui peut engendrer un retard ou une immobilisation temporaire.

L'eau est indispensable. Il faut boire souvent et peu à la fois. Quelques gorgées suffisent à maintenir son organisme suffisamment hydraté. Un litre par personne et par jour est un bon rapport.

Des vêtements de pluie et chaud et les bonnes chaussures sont utiles. Un orage peu se déclencher à tout moment et surtout très rapidement sans l'avoir vu venir et sans pouvoir se mettre à l'abri. En cas de vent et lors d'un arrêt l'on sera également protégé contre le froid et le refroidissement de votre organisme. Un pull ou une petite veste ne sont pas non plus à négliger, dans le même ordre d'idée.

Les chaussures doivent êtres adaptées à la nature du sol. De simples "baskets" ne sont pas une bonne solution car leurs semelles sont inadaptées aux chemins caillouteux, surtout sur sol humide ou mouillé. Les chevilles ne sont absolument pas maintenues. Ne pas hésiter à acheter une paire de chaussures de montagne montante, même des modèles dits "souples", qui protégeront beaucoup mieux.

Les lunettes de soleil, la crème solaire et une casquette sont indispensables. En montagne le rayonnement solaire est bien plus important et plus fort qu'à basse altitude. A titre de comparaison le rayonnement du soleil à 1300m d'altitude correspond à celui qui se trouve en bord de mer.

Une carte et une boussole sont indispensables. De plus en cas de brouillard important, peut réduire la visibilité à moins de 30 mètres.

En période hivernale, la pratique de la montagne est plus dangereuse ne serait-ce tout d'abord, qu'à cause des conditions climatiques :
Sans connaissance de la nivologie il est prudent de ne pas s'aventurer seul, dans des endroits trop isolés, sur des pentes trop raides (à partir de 30° principalement) et pour lesquelles on ne connaît pas la nature du sol, à cause des avalanches.

Même par une belle journée ensoleillée, dès que le soleil commence à disparaître, les températures baissent considérablement et en cas de problème pouvant retarder le retour il est particulièrement utile de posséder un minimum de matériel supplémentaire dans le sac, par rapport à l'été.

Les vêtements chauds et imperméables, un bandeau ou bonnet, une paire de gants sont particulièrement utiles pour se protéger du froid, du vent, des intempéries. En cas d'immobilisation forcée vous ne regretterez pas de les avoir emportés, quitte à avoir chargé un petit plus votre sac. Utilisez des chaussures parfaitement imperméables et suffisamment chaudes.

Le petit matériel toujours utile, tel une lampe frontale ou petite lampe de poche, la couverture de survie, un réchaud, ne sont pas à négliger.
La lampe en cas de retard imprévu, la couverture de survie en cas de blessure ou d'immobilisation forcée pour se protéger du froid, le réchaud en cas de problème toujours afin de permettre de préparer une boisson chaude.

Le téléphone portable qui, bien que sa couverture soit assez réduite voire nulle en montagne, vous permettra de gagner du temps pour demander du secours, sans avoir à descendre trop bas en vallée jusqu'à un village pour trouver un téléphone.

Arrivée en hélicoptère sur le lac Toméo, Tessin.

L'ORGANISATION D'UNE PLONGÉE EN ALTITUDE

Collecter le plus de renseignements possibles sur la géographie des lieux, l'altitude correcte, les possibilités d'acheminement au lieu de plongée, les dangers possibles et les interdictions éventuelles (dans le Jura français, plusieurs lacs sont privés ou alors des associations ont obtenu des interdictions préfectorales de pratiquer la plongée subaquatique).

Pour les lacs de barrage, prendre contact avec la société d'exploitation pour connaître les possibilités, la disposition des prises d'eau, la forme du barrage, les heures d'ouverture des vannes et/ou du déversoir etc.

LA PRÉPARATION DE LA PLONGÉE.

MATERIEL DIVERS
Utiliser un profondimètre à réglage de zéro ou à tube capillaire (attention aux corrections pour entrer dans les tables), utiliser un ordinateur tenant compte de la variation d'altitude. Disposer des tables de décompression correctes pour l'altitude programmée. Ne pas oublier une lampe de plongée.

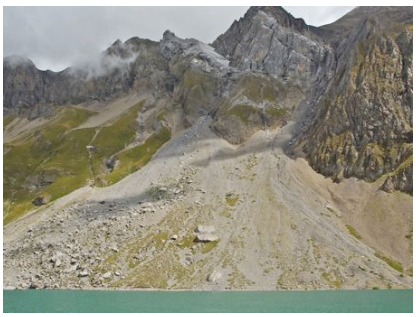
DETENDEUR
Scaphandre : deux sorties portant chacune un détendeur résistant au givrage, manomètre, de l'air le plus sec possible.

FROID
Les lacs d'altitude signifient généralement eau froide donc prévoir une bonne combinaison avec d'épais gants et chaussons, éventuellement une combinaison étanche.
Prévoir des habits chauds et des boissons reconstituantes.

AVANT DE PARTIR

- Connaître les prévisions météo (le temps change rapidement en montagne et le brouillard ou des nuages bas interdisent l'approche de l'hélicoptère).
- S'assurer d'un moyen de liaison fiable (téléphone à disposition, MOBIL fonctionnant sur le lieu de plongée, radio).
- Prévoir un lieu pour permettre l'atterrissage de l'hélicoptère.
- Autres mesures habituelles (se souvenir que si l'accès au lieu de plongée est difficile il en sera de même pour acheminer les secours).

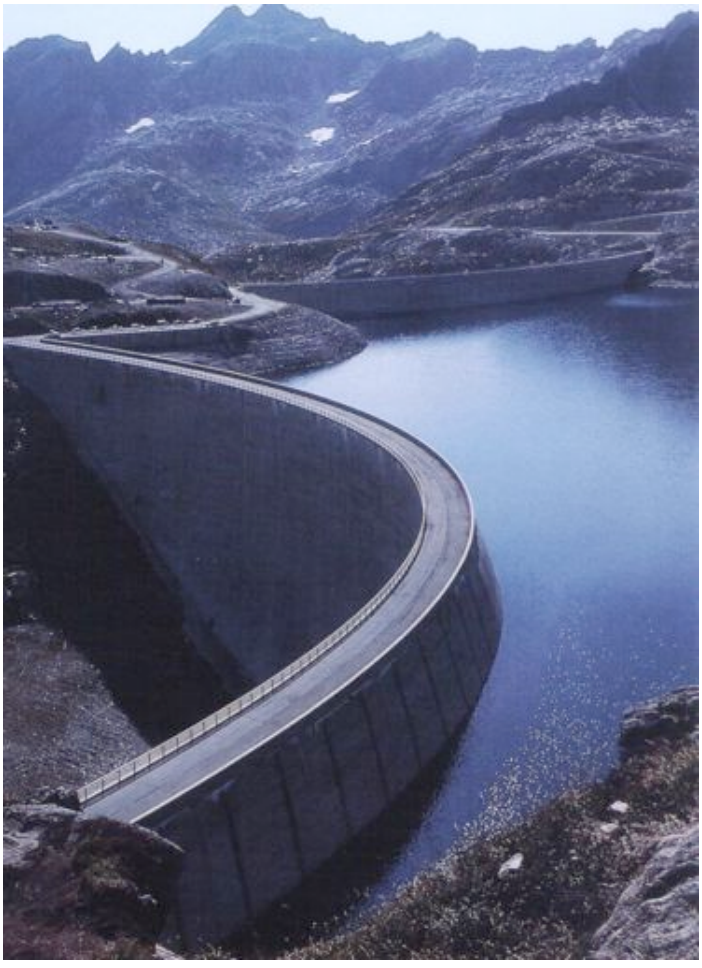
LA PLONGÉE



- Eviter de plonger sous des pierriers ou des falaises instables.
- En bordure des glaciers, la visibilité est changeante, l'eau se trouble rapidement. Les lacs de barrage des vallées glaciaires sont très troubles (beaucoup de sable en suspension) et leurs flancs escarpés et friables.
- La décompression augmente avec l'altitude, surveiller la durée des paliers.

APRES LA PLONGEE ATTENTION AUX RISQUES D'ACCIDENTS DE DÉCOMPRESSION SI VOUS DEVEZ PASSER UN COL SUR LE CHEMIN DU RETOUR.

La plongée dans un lac de barrage demande aussi une bonne organisation.
S'assurer qu'il n'y aura pas de soutirage d'eau pendant la plongée près d'un barrage.



CHECK LISTE

POUR SEJOURNER EN MONTAGNE, PERSONNELLEMENT OU POUR LE GROUPE.

- Eau

- Barres chocolatées,
- Fruits secs

- Lunettes de soleil
- Crème solaire
- Casquette

- Carte
- Boussole

- Vêtements chauds et imperméables
- Bonnet
- Une paire de gants
- Chaussures imperméables et suffisamment chaudes.

- Lampe
- Couverture de survie
- Réchaud (boisson chaude)

- Téléphone portable
- GPS

POUR LA PLONGÉE EN ALTITUDE

ORGANISER

- Renseignements
- Géographie des lieux
- Altitude correcte
- Accès au lieu de plongée
- Possibilités d'acheminement au lieu de plongée
- Dangers possibles
- Interdictions éventuelles de pratiquer la plongée subaquatique

- Barrage
- Prendre contact avec la société d'exploitation
- Prises d'eau
- Heures d'ouverture des vannes et/ou du déversoir

- Prévisions météo
- Moyen de liaison fiable
- Atterrissage éventuel de l'hélicoptère

MATERIEL DE PLONGEE

- Profondimètre à réglage de zéro ou à tube capillaire
- Tables de décompression correctes pour l'altitude

- Ordinateur tenant compte de la variation d'altitude.
- Lampe de plongée.

- Décompression plus grande
- Planifier la plongée (profondeur)

LA PLONGEE

- Scaphandre à deux sorties
- Détendeur résistant au givrage
- Manomètre
- Air le plus sec possible

- Bonne combinaison
- Gants et chaussons
- Eventuellement combinaison étanche.

- Pierriers
- Falaises instables
- Glaciers
- Visibilité

APRES

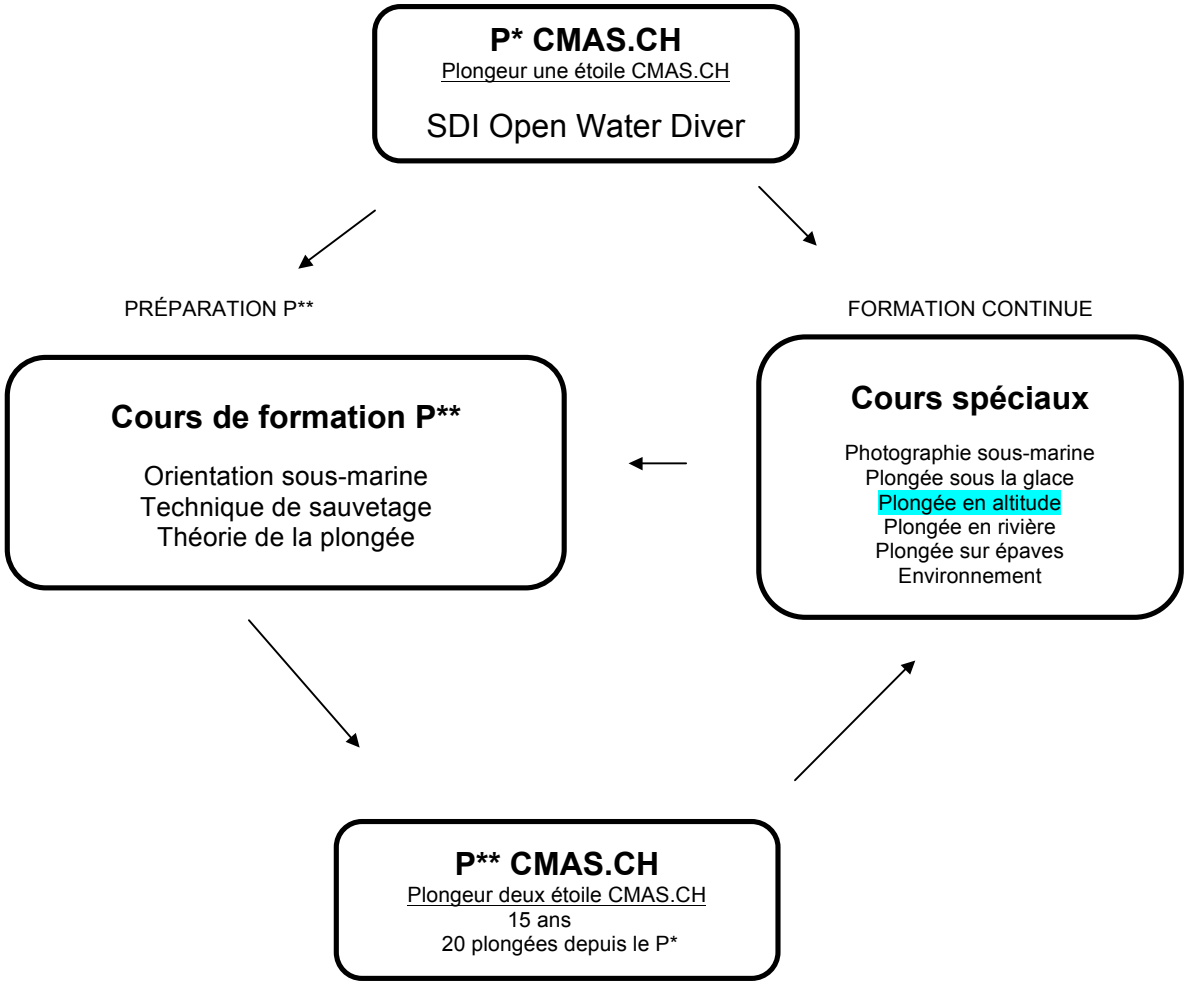
- Habits chauds
- Boissons chaudes

- Lieu abrité pour se changer

- Passage de col pour redescendre

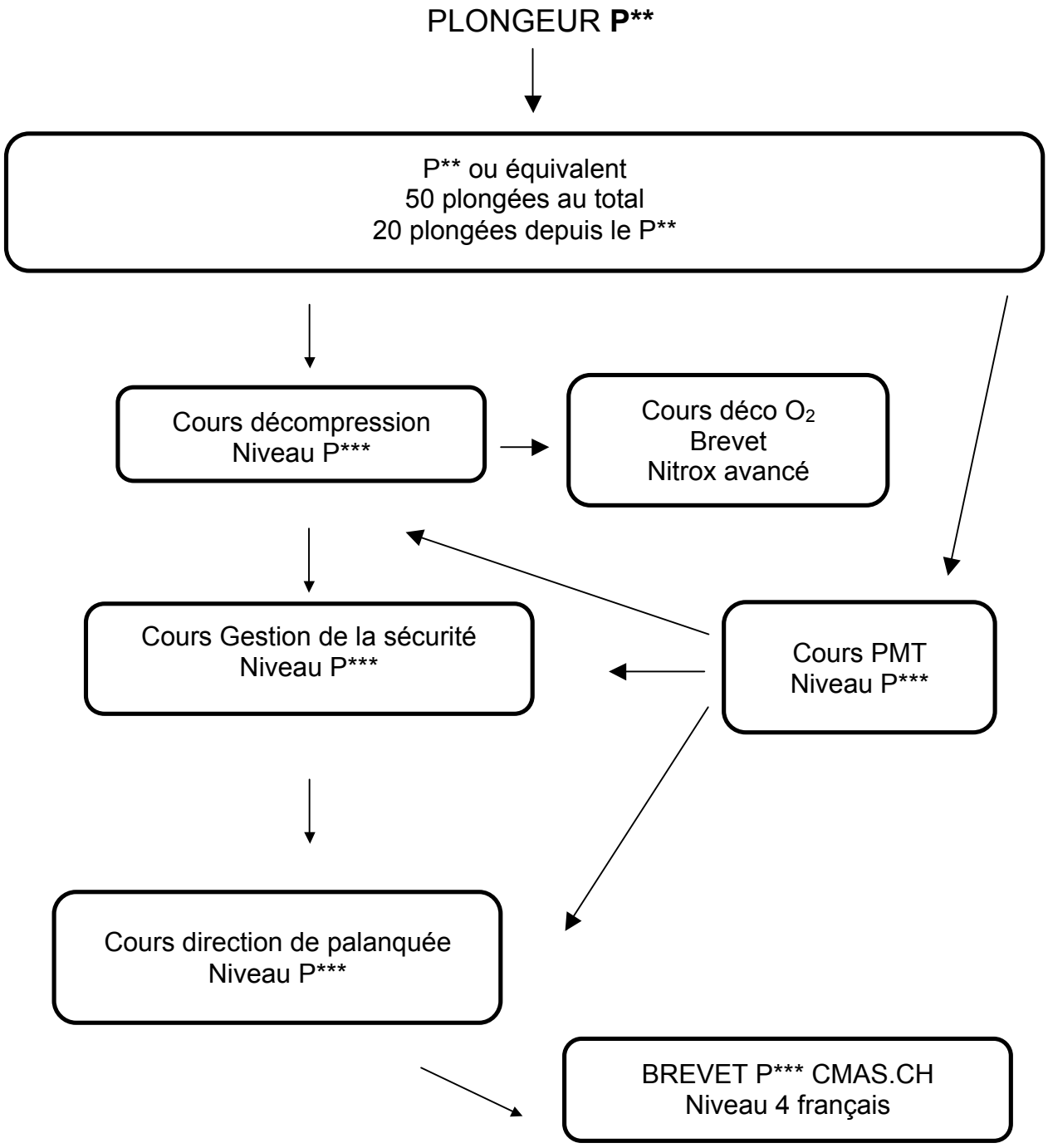
LES AUTRES BREVETS DE PLONGEUR

Pour pouvoir profiter pleinement de la plongée, le plongeur peut se perfectionner.
Voici, ci-dessous, les possibilités de cours qu'il existe encore.
Le niveau souhaitable pour un plongeur régulier dans le lac est le P** CMAS.CH



LES COURS DU P***

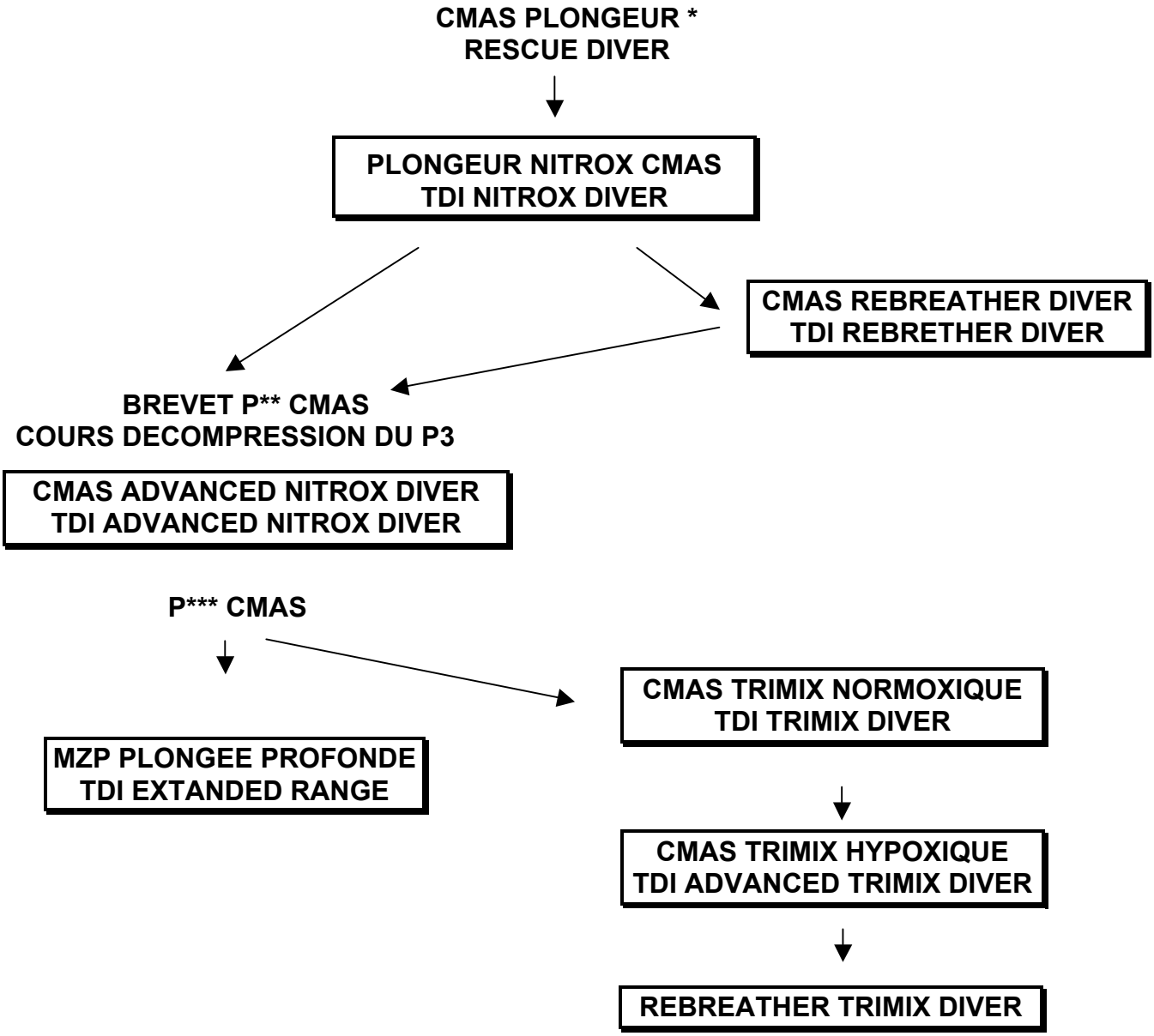
Voici, ci-dessous, les cours nécessaires pour accéder au brevet P*** d'une manière modulaire.



TECHNICAL DIVING

C'EST QUOI ?
Le TECHNICAL DIVING ou plongée technique c'est ce qu'il y a après la plongée loisir.

Pour plonger plus profond, plus longtemps, pour explorer une épave, pour pénétrer dans une grotte il faut utiliser d'autres moyens que ceux utilisés pour la plongée traditionnelle. La plongée avec du NITROX, les paliers avec des mélanges suroxygéné ou de l'OXYGÈNE PUR, la maîtrise des RECYCLEURS et la plongée profonde avec du TRIMIX : voilà ce que vous proposent les cours TECHNICAL DIVING de MZ PLONGEE.



LES AGENCES DE CERTIFICATION

L'école MZPLONGEE délivre des brevets CMAS.CH, TDI ou SDI.
Les brevets CMAS sont reconnus dans le monde entier et le plongeur breveté CMAS ne rencontre aucune difficulté pour se faire reconnaître. Pour celui qui désire une certification américaine (RSTC) le brevet SDI peut aussi être obtenu.
Le brevet TDI est le brevet de plongée TEK le plus connu et reconnu dans le monde.
Le brevet et le carnet de plongée délivré lors du cours suivi chez MZPLONGEE La Neuveville seront acceptés partout.

CMAS

La CMAS c'est la Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques. Elle a été fondée en 1959 et a actuellement (2007) son siège à Rome. Elle regroupe plus de 140 fédérations nationales et est ainsi présente partout dans le monde. La CMAS édite des standards de formation que les fédérations de chaque pays doivent adopter s'ils veulent délivrer des brevets ayant l'équivalence CMAS. En suisse c'est CMAS.CH qui est le représentant de la CMAS.

SDI

C'est une agence américaine. Elle a été développée par Bret Gilliam et Mitch Skaggs, les fondateurs de TDI. C'est une alternative intéressante à d'autres organisations américaine. Elle est certifiée RSTC.

TDI

TDI signifie Technical Diving International. C'est une organisation de formation américaine, fondée par Bret Gilliam en 1992. TDI n'édicte que des standards de formations pour le Technical Diving.

PADI

PADI est une organisation mondiale qui a développé des standards de formation de plongeurs et de moniteurs. Ces standards, appliqués de manière très stricte, permettent la formation de tout un chacun à la plongée mais imposent aussi des limites précises.

MAURO ZÜRCHER

Né le 09.10.1954
plonge depuis 1976
CMAS *** Instructor, National Instructor
CMAS Nitrox Staff Instructor
CMAS Rebreather Staff instructor
CMAS Trimix Staff Instructor
CMAS UW Photo Instructor
RAB.eV Instructor Trainer
ETDS Instructor Trainer
TDI Instructor Trainer
NAUI Instructor **/** Technical Instructor
SDI Instructor
PADI Assistant Instructor, EFR Instructor

Spécialiste de la plongée avec du nitrox, de la plongée profonde avec du trimix et de la plongée avec des recycleurs.

Anime une école de plongée en eau douce, à la Neuveville, en Suisse.

Plonge régulièrement avec son équipe lors de records mondiaux pour assurer la sécurité des apnéistes profonds comme Roland Specker, Umberto Pelizzari, Frédéric Buyle ou Heimo Hanke.

A participé à plusieurs tournages de films, notamment au Mexique, dans les Cénotes du Yucatan, avec les requins marteaux de l'île Coco (Costa Rica) ou sur des épaves antiques de Méditerranée en compagnie de Henri Delauze, le célèbre PDG de la Comex.

MZ PLONGEE

Mauro Zürcher
Diving Instructor

Case postale 33
2520 La Neuveville
Suisse
Tél. + Fax +41 32 751 45 28
Mobil +41 79 230 56 77
E-Mail mauro@mzplongee.ch
www.mzplongee.ch

ÉVALUATION DU COURS

COURS _____ DATE _____

Donné par:

*****

1) Quelle est votre impression générale ?

MAUVAISE □ □ □ □ □ BONNE

*****

2) L'objectif du cours a-t-il été atteint ? OUI □ NON □

POURQUOI ?

_____

_____

*****

3) Qu'est ce qui vous a particulièrement

plu	ou	déplu

*****

4) Que peut-on améliorer ?

_____

_____

*****

REMARQUES/SUGGESTIONS (éventuellement nom et prénom)